



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Název v jazyce práce

Analýza činnosti jednotek požární ochrany při mimořádných událostech vyžadující provedení záchranných a likvidačních prací pod vodní hladinou

Název v angličtině

Analysis of the Operations of the Fire Department Units During Extraordinary Events Requiringan of Rescue and Disposal Tasks Belou the Water Surface

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Studijní obor: Ochrana obyvatelstva

Autor diplomové práce: Bc. Eva Lánová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Štěpán

Kladno 2021



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Lánová** Jméno: **Eva** Osobní číslo: **465307**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Analýza činnosti jednotek požární ochrany při mimořádných událostech vyžadující provedení záchranných a likvidačních prací pod vodní hladinou

Název diplomové práce anglicky:

Analysis of the Operations of the Fire Department Units During Extraordinary Events Requiring of Rescue and Disposal Tasks Below the Water Surface

Pokyny pro vypracování:

V diplomové práci bude provedena analýza činnosti jednotek požární ochrany (JPO) při mimořádných událostech vyžadujících provedení záchranných a likvidačních prací pod vodní hladinou. V teoretické části budou popsána specifika činnosti JPO pod vodní hladinou. Praktická část diplomové práce bude vycházet ze statistických údajů Hasičského záchranného sboru ČR s doplněním kazuistiky k vybraným případům. Následně budou stanoveny potencionálně nejvýznamnější zdroje bezpečnostních hrozeb pro zasahující JPO a související rizika s následným vyhodnocením úrovně připravenosti JPO na tyto typy událostí. Součástí práce bude návrh možných opatření na vylepšení současného stavu. V diplomové práci bude použita metoda WHAT IF, obsahové analýzy a metoda SWOT analýzy.

Seznam doporučené literatury:

- [1] NOVOMESTSKÝ, František, Potápěčská medicína, Martin: Osveta, 2013, ISBN 9788080633974
- [2] ŠPALEK, Výstroj pro rekreační, technické, vrakové a jeskynní potápění, Praha: Restart project, 2018, ISBN 978-80-2704238-8
- [3] GURR, Kevin, Technical Diving from the Bottom Up, Velká Británie: Periscope Publishing, 2004, ISBN 978-1904381204.
- [4] BELICA, Ondřej, Práce a záchrana ve výškách a nad volnou hloubkou, Praha: Grada, 2014, ISBN 978-80-247-5055-2

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Miroslav Štěpán

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **21.09.2020**


Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2022**


prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinen(a) vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.


Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Analýza činnosti jednotek požární ochrany při mimořádných událostech vyžadující provedení záchranných a likvidačních prací pod vodní hladinou vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Strakonicih dne 05.05.2021

.....
Bc. Eva Lánová

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu práce Ing. Miroslavu Štěpánovi, za jeho odborné a vlídné vedení a za všechnen čas, který mi při vypracování této práce věnoval. Dále bych chtěla poděkovat příslušníkům HZS Jihočeského kraje za spolupráci a ochotu, při poskytnutí potřebných informací v oblasti pracovního a záchranného potápění. Poděkování patří i mé rodině, která mě podporovala nejen při vypracování této práce, ale po celou dobu studia.

ABSTRAKT

Diplomová práce analyzuje činnost jednotek požární ochrany provádějících záchranné a likvidační práce pod vodní hladinou. Práce je zaměřena na rozbor stavu potápěčských skupin HZS České republiky, v oblasti legislativy, organizace výcviku, zdravotní prevence potápěčů, sil a prostředků. Teoretická část práce se v nezbytně nutném rozsahu zabývá vyvezením pojmů a zákonitostí souvisejících s činností těchto složek v hyperbarickém prostředí. Činnost a rozmístění potápěčských skupin HZS České republiky má významný vliv na efektivní řešení různých druhů mimořádných událostí vyžadující provádění záchranných a likvidačních prací pod vodní hladinou při různých typech zásahů. Mimořádné události technického charakteru s kontaminací vodního prostředí mohou být velkou hrozbou pro životní prostředí. Zdrojem vzniku těchto událostí mohou být havárie plavidel, technické havárie vodních děl, povodně, a v neposlední řadě i teroristické útoky. Rychlý a efektivní zásah potápěčských skupin může významně snížit dopady na životy, zdraví obyvatel a životní prostředí. Potápěči jsou vystaveni extrémní podmínkám, zasahují v nulové viditelnosti, v extrémně studené vodě, v kontaminovaném vodním prostředí nebo jsou vystaveni velké psychické zátěži při vyhledávání pohřešovaných osob a vyzvedávání utonulých. To vše klade velké nároky na technické vybavení, odborný výcvik a jejich fyzickou i psychickou odolnost. Praktická část definuje rozmístění potápěčských skupin HZS České republiky, současné rozdělení opěrných bodů, legislativ, definování nejčastějších typů zásahů, zdravotní prevenci potápěčů, analyzuje výcvik a jejich technické a materiální zabezpečení. Cílem práce je získání přehledu o současném stavu potápěčských činností u Hasičského záchranného sboru České republiky, stanovení potencionálně nejvýznamnějších zdrojů rizik pro zasahující potápěče a navržení doporučení pro praxi. Pro získání informací a uceleného náhledu, byla zvolena metoda sběru, studia a analýzy interních dokumentů, odborné a tematické literatury v oblasti

hyperbarické medicíny a dotazování odborníků z řad Hasičského záchranného sboru České republiky.

Klíčová slova

Pracovní potápěč, HZS ČR, hyperbarické prostředí, potápěčská přilba, foramen ovale patens, kontaminované vody

ABSTRACT

This diploma thesis analyses the activities of fire rescue units performing underwater rescue and clean-up operations. The paper focuses on an analysis of the state of Czech Fire Rescue Service diving teams in terms of legislation, training, divers' occupational health and safety, their forces and resources. The theoretical part of the thesis deals with the definition of concepts and legalities relating to the activities of these units in a hyperbaric environment. The activity and distribution of Fire Rescue Service diving teams has a major impact on their effective response to different types of emergencies requiring underwater rescue and clean-up operations during various types of incidents. Emergencies of a technical nature resulting in water contamination can pose a major threat to the environment. These incidents can be the result of shipping accidents, technical emergencies at waterworks, floods, but also terrorist attacks. A rapid and effective response by diving teams can significantly reduce the impact on people's lives, public health and the environment. Divers are exposed to extreme conditions, they must operate in zero visibility, extremely cold water, work in a contaminated water environment or they are exposed to extreme psychological stress when searching for missing persons and drowning victims. All this places enormous demands on technical equipment, professional training and their physical and mental endurance. The practical part of the thesis examines the location of Fire Rescue Service diving teams, the current distribution of support points, legislation, defining the most common types of emergency incidents, divers' occupational health and safety, and an analysis of their training and technical and material resources. The aim of the thesis is to obtain a comprehensive view of the current state of diving activities in the Fire Rescue Service of the Czech Republic, to determine the potentially greatest sources of risk to rescue divers and to make recommendations to put in practice. The method chosen to obtain information and gain an overview of this issue was the

collection, study and analysis of internal documents, professional and thematic literature in the field of hyperbaric medicine and interviewing experts from the Fire Rescue Service of the Czech Republic.

Keywords

Commercial diver, Fire Rescue service of the Czech republic, hyperbaric environment, diving helmet, foramen ovale patens, contaminated waters

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíle práce a hypotézy	13
2.1	Stanovení hypotéz	13
3	Přehled současného stavu.....	14
3.1.1	Historie pracovního potápění.	14
3.1.2	Historie potápění u HZS	16
3.1.3	Legislativní rámec	19
3.1.4	Potápěčské skupiny HZS ČR.....	20
3.1.5	Potápěčské kvalifikační stupně	22
3.1.6	Odborná příprava potápěčů HZS	24
3.1.7	Charakteristika typů prováděných zásahů	27
3.1.8	Zdravotní způsobilost pro potápění.....	28
3.2	Specifika hyperbarického prostředí	31
3.2.1	Tlak	32
3.2.2	Stavová rovnice plynů v potápěčské praxi.....	33
3.2.3	Daltonův zákon	34
3.2.4	Henryho zákon	35
3.2.5	Fickův zákon.....	36
3.3	Vliv hyperbarického prostředí pro organismus potápěče.....	37
3.3.1	Možnosti poškození organismu vlivem tlaku.....	38
3.3.2	Zvláštnosti dýchání plynů v hyperbarickém prostředí.....	39
3.3.3	Foramen ovale patens u potápěčů	42
3.3.4	Pozdní zdravotní následky potápění	43

3.3.5	Hyperbarická oxygenoterapie	44
3.4	Specifika technického a pracovního potápění	45
3.4.1	Používání hyperoxických směsí	46
3.4.2	DIR potápění	47
3.4.3	Přilbové potápění	51
3.4.4	Hyperbarická komora	54
4	Metodika	56
5	Výsledky	57
5.1	Kazuistiky	57
5.1.1	Cvičení Voda 2016	57
5.1.2	Vytažení lodi Jickovice	59
5.1.3	Cvičení v Hranické Propasti	60
5.2	Analýza činnosti potápěčských skupin	63
5.2.1	Analýza typů zásahů prováděných potápěči HZS ČR	63
5.2.2	Analýza sil a prostředků opěrných bodů s předurčeností, P''	67
5.2.3	Analýza výcvikových kurzů potápěčských kvalifikací	69
5.3	Analýza technického zajištění potápěčských skupin	71
5.4	Analýza zdravotní způsobilosti a prevence potápěčů	72
5.5	Metoda WHAT If	77
5.6	SWOT analýza pro připravenost potápěčských skupin HZS	79
5.7	Specifikace nejvýznamnějších rizik pro zasahující potápěče	82
6	Diskuze	83
6.1	Diskuze rozbor analýzy potápěčských skupin HZS	83
6.1.1	Vyhodnocení hypotézy 1 zásahy	86

6.2	Diskuse k materiálnímu zabezpečení potápěčských skupin	87
6.2.1	Vyhodnocení hypotézy 2	89
6.3	Diskuse k zdravotní péči	90
6.3.1	Vyhodnocení hypotézy 3	92
6.4	Návrh na zlepšení připravenosti potápěčských skupin na MU	93
7	Závěr	94
8	Seznam použitých zkratk.....	95
9	Seznam použité literatury	97
10	Seznam použitých obrázků	102
11	Seznam použitých tabulek.....	103
12	Seznam Příloh.....	104

1 ÚVOD

„Kdybychom byli nesmrtelní, nevážili bychom si tolik života“

Jacques Yves Cousteau

Vodní prostředí klade značné nároky na adaptaci potápěče. Kromě nutnosti zajistit plynulý přísun dýchacího média, jsou zde i další limitující faktory, jako je hydrostatický tlak, špatná viditelnost, změny vnímání prostoru a někdy i silné proudy. To představuje komplexní zátěž pro lidský organismus. Potápěč je vystaven hrozbě nehod vznikem změn tlaku, působením toxických a narkotických účinků plynu, nebo opomenutím na suchu zcela zanedbatelných detailů.

Na rozdíl od rekreačních potápěčů, hasič – potápěč zde odvádí svou práci, plní zadané úkoly, provádí složité technické úkony, často v extrémních podmínkách. V přístrojovém potápění se jednoznačně potvrzuje pravidlo, že i za sebemenší chybu se platí. Nekvalitní výcvik, nedostatečná znalost fyzikálních zákonitostí hyperbarického prostředí, pravidelné nepochvičování dovednosti, nedostatečná výzbroj, porušování bezpečnostních pravidel, překračování limitů a kompetencí kvalifikace, přeceňování svých schopností nebo špatný zdravotní stav, to vše může mít fatální následky. Nejčastějšími příčinami potápěčských nehod jsou právě malé opominuté detaily. Na celém světě přichází ročně o život desítky potápěčů, většinou začátečníků, ale někdy i velmi zkušených potápěčů. Tato skutečnost se týká i technických a jeskynních potápěčů, ale bohužel i instruktorů potápění.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem této diplomové práce je vytvořit ucelený přehled o činnosti potápěčských skupin Hasičského záchranného sboru s přihlédnutím na bezpečnost hasičů-potápěčů. Téma jsem si nezvolila náhodně, potápění pro mne bylo v mých osmi letech splněným snem, nyní se potápím již čtyřicet let. Posledních 10 let organizuji a vedu výcvik všech věkových kategorií jako instruktorka rekreačního potápění. Postupem let jsem získala kvalifikace instruktor rekreačního potápění I2 a následně další specializace. Díky mnoha ponorům jsem také byla přítomna mnoha krizovým situacím. Používaná technika a nové směry potápění se neustále vyvíjí. K dispozici je velké množství nových poznatků z oblasti hyperbarické medicíny. S hlubokou úctou se skláním před potápěči Hasičského záchranného sboru České republiky, kteří zasahují v lokalitách, které si sami nezvolili, často v extrémními podmínkách. Ještě větší obdiv zaslouží jejich instruktoři, protože jak sama dobře vím, dobře se potápět je jedna věc, ale vycvičit jiné tak, aby se vždy v pořádku vynořily je nadání vyžadující nejen zkušenosti, znalosti a dobrou fyzickou kondici, ale představuje také ohromnou psychickou zátěž.

2.1 Stanovení hypotéz

Hypotéza 1: Předpokládejme, že pokrytí potápěčských skupin a jejich výcvik je dostatečné pro všechny typy mimořádných událostí.

Hypotéza 2: Předpokládejme, že materiálního zabezpečení potápěčských skupin je dostatečné k zajištění všech typů mimořádných událostí v hyperbarickým prostředím.

Hypotéza 3: Předpokládejme, že potápěči provádějící činnost pod vodní hladinou u HZS ČR, absolvují speciální zdravotní prohlídky

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1.1 Historie pracovního potápění.

Historie potápění do 20. století je především historií potápění pracovního a vojenského. Základy vojenského a pracovního potápění byly položeny již v dávné minulosti. Jednalo se nejen o potřebu získávání surovin z potopených lodí, ale i o nepozorované přiblížení se do prostoru nepřítele například asyrskými bojovými plavci. V roce 415 před n.l. zničili řečtí potápěči opevnění Syrakus. Kroniky zaznamenávají, že roku 332 před n.l. sestoupil pod hladinu Alexandr Veliký, aby mohl v sudu se skleněnými okny sledovat práci svých potápěčů při likvidaci opevnění maloasijského Tyru. V přístavech kolem středomořského moře platil zákon, který určoval odměnu pro potápěče v závislosti na hloubce potopeného nákladu. Za vyzvednutí zboží z hloubky 3,5 m patřila potápěči třetina a z hloubky 7 m dokonce polovina jeho ceny. Slovanští bojovníci na území dnešního NDR používali v 11. století n.l. dýchacích trubic z rákosu, aby se mohli nepozorovaně přiblížit k nepříteli. Pracovní potápění se začalo rozvíjet od 16. století, kdy dochází k vývoji nové techniky, především potápěčských zvonů a potápěčských skafandrů. Významnou událostí pro položení základů hyperbarické medicíny byla stavba brooklynského mostu v roce 1867. Zde dochází k prvním výzkumům v oblasti zdravotních rizik v souvislosti s působením vzduchu pod tlakem. Kessony z francouzského caisson, umožňovaly přípravu základů mostů. Dělníci pracující v kesonech trpěli po vynoření v masivním měřítku prudkými bolestmi kloubů. To podnítilo začátek výzkumu kesonové nemoci fyziologem Paulem Bertem. Masivní posun v oblasti potápění souvisí se zkonstruováním potápěčského přístroje francouze Ferneze v roce 1912. [9]

Pracovní potápění se rozvinulo i v bývalém Sovětském svazu. V roce 1921 podepsal V. Lenin dekret „ O práci na vyzdvižení potopených lodí v moři

Černém a Azorském“. Na základě tohoto dekretu byly vytvořeny první skupiny pro vyzvedávání lodí. V roce 1923 byly přeorganizovány na EPRON, který zabezpečoval všechny práce a výcvik potápěčů pod vodou v tehdejší SSSR. [9]

V šedesátých letech minulého století se britští jeskyňáři při průzkumu Wookey Hole a jiných suchých podzemních systémů dostávali do situace, kdy bylo zapotřebí překonat některé zaplavené úseky jeskyně. Pro takové potřeby začali experimentovat s minimalistickou potápěčskou výstrojí. Improvizovali, aby docílili malých rozměrů výstroje a možnosti odepnutí láhví při průchodu restrikcemi. S pravděpodobně prvním komerčně vyráběným postrojem na sidemount přišla firma Dive Rite v devadesátých letech. [19] Tou dobou bylo technické potápění, stále ještě záležitostí omezeného počtu jeskynních potápěčů. Pro průstup nepřístupnými zatopenými systémy jeskyní si potápěči vytvořili specifické postupy, metody a techniku. Po roce 2000 došlo k rozdělení využívání tohoto směru v potápění. Vznikly dva nové směry sidemount systém a DIR systém potápění. Nejprve metody a vybavení převzali vrakoví potápěči, později se oba směry rozšířily i mezi pokročilé rekreační a pracovní potápěče. Sidemoun systém je v podstatě minimalističtější alternativa DIR potápění. Potápěči hledali nové metody potápění nejen z důvodu prostupnosti terénem, ale i z důvodu ochrany jejich zdraví. I přes používání suchých obleků a celoobličejových masek, nebylo vždy zcela zamezeno kontaktu organismu potápěče s kontaminovaným prostředím.

HZS Olomouckého kraje pověřilo v srpnu 2014 dva potápěče, aby se v akreditovaném školícím středisku společnosti Kirby Morgan seznámili s metodami přilbového potápění. Zařízení se nachází v Santa Marii a je zmocněno pro výcvik bezpečnostních složek USA. Čeští potápěči zde strávili tři týdny a zúčastnili se kurzu Surface Support Techcian a Surface Supplied Diving. Během obou kurzů se naučili nejen potápět s přilbou Kirby Morgan, ale obsluhovat příslušenství, které zajišťuje přívod vzduchu z povrchu a komunikaci s potápěčem pod vodou. [20]

3.1.2 Historie potápění u HZS ČR

Vznik vůbec prvního potápěčského oddělení mezi profesionálními hasiči se datuje již od r. 1938 a v r. 1939 bylo založeno první oddělení v Praze. Potápěči byly povoláváni zejména k vyhledání odcizených předmětů vhozených do Vltavy a též k zajištění bezpečnosti lodního provozu. Krátká zmínka v Lidových novinách z 12. srpna 1938 již hovoří o nákupu prvních dvou „těžkých skafandrů“ s kompletním příslušenstvím a následně na podzim téhož roku byl zahájen intenzivní výcvik s novou potápěčskou technikou. Několikaměsíční příprava a výcvik hasičů – potápěčů vyvrcholil v květnu roku 1939, kdy technické komisi hl. m. Prahy a zástupcům tisku byla představena v lázních AXA dvanáctičlenná potápěčská četa a její činnost v nově pořízené potápěčské technice. První hasiči – potápěči v novodobé hasičské historii začali sloužit na požárním útvaru v Českých Budějovicích v roce 1975. [24]

Před vznikem potápěčských skupiny byli využíváni potápěči z řad hasičů, kteří měli k potápění vztah a provozovali jej jako zájmovou a rekreační činnost. Systém stanovující požadavky na odbornou způsobilost potápěčů, jejich činnost a odbornou kvalifikaci byl definován v roce 1994 vydáním Pokynu PO MV č. 10 náčelníka hlavní správy Sboru. Byla tak definována první pravidla pro činnost potápěčských skupin u Hasičského záchranného sboru. [10]

Odborná příprava byla zajišťována HS Sboru PO a po vzniku HZS ČR pak MV-GŘ HZS ČR a jeho vzdělávacím zařízením PO v Borovanech. Pro zajištění výcviku a bezpečnosti potápěčů bylo středisko vybaveno požárním automobilem, čluny a hyperbarickou komorou. Výcvik potápěčů probíhal v lomu u Trhové Kamenice, na Sečské přehradě, zatopeném lomu u Borku, ve vodních průmyslových kanálech v Praze, na Lipně, vodních lokalitách v okolí Borovan atd [24]

Další výrazný posun v činnosti potápěčských skupin nastal v roce 1998 po vydání Pokynu vrchního požárního rady ČR č. 2. Tímto pokynem došlo

k zásadní změně v organizačním pojetí. Z důvodů vysoké finanční náročnosti na pořizování výstroje a zajištění potřebných kvalifikací u jednotlivých hasičských záchranných sborů okresů nebylo možné udržovat hasičské skupiny ve všech okresech. Změna spočívala v tom, že potápěčské skupiny byly vytvářeny až v operačním řízení. Jednu potápěčskou skupinu tak mohli tvořit potápěči ze dvou hasičských záchranných sborů okresů. [10]

V roce 2001 vešel v platnost Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 19, který stanovuje pravidla pro činnost skupin potápěčů u HZS ČR. Tímto pokynem bylo zajištěno dodržování desaturačních postupů díky stanovení používání dekompresních tabulek a zpřísnění bezpečnostních pravidel při potápění se stlačeným vzduchem. Také byly zavedeny nové metody pro vyhledávání osob a předmětů pod vodní hladinou tak, aby postupy byly shodné s postupy PČR, pro případ společných zásahů. Od roku 1994, kdy bylo u HZS ČR 16 potápěčů, do roku 2000 vzrostl počet potápěčů o dalších 84. Tento nárůst si vynutil rozvoj v oblasti odborné přípravy potápěčů HZS ČR. [10]

Vzhledem k tomu, že potápěčské skupiny HZS ČR nebyly plošně rozmístěny v rámci celé České republiky, byly v r. 2004 požádány HZS krajů o vyhodnocení množství a četnosti vodních ploch na svém území ve vztahu k potřebě zásahů pod vodní hladinou. Především finanční náročnost potápěčské výstroje a nižší četnost zásahů (průměrně 67 zásahů ročně) byla důvodem k přehodnocení rozmístění potápěčských skupin. Další směr vývoje potápěčských skupin vymezovala Koncepce činnosti hasičů při práci pod vodní hladinou, která byla vydaná v r. 2006 s výhledem do roku 2010. Na základě požadavků, zkušeností z praxe a po zhodnocení potřebnosti byly stanoveny¹ čtyři opěrné body. [24] Vzhledem k časté spolupráci s policejními potápěči byla v srpnu roku 2012 podepsána Dohoda o spolupráci při potápěčských činnostech, která stanovila

základní podmínky spolupráce a vzájemné pomoci při potápěčských zásazích. V dohodě byly navíc definovány typy událostí, ke kterým budou prioritně povoláváni potápěči HZS ČR a Policie ČR a rovněž kompetence při řízení zásahu. Dohoda však nevyklučovala vzájemnou kooperaci při jednotlivých typech událostí. V gesci potápěčů HZS ČR jsou tak zásahy spojené s únikem nebezpečných látek, záchranné práce, manipulace a vyzvedávání těžkých břemen a záchranné a likvidační práce při povodních. Naproti tomu potápěči Policie ČR se specializují na pátrání po pohřešovaných osobách, vyhledávání předmětů spojených s trestnou činností, vyhledávání munice, výbušnin a explozivního materiálu a hloubkové ponory. Kompetence byly rozděleny v návaznosti na zkušenosti při obdobných zásazích na souši, materiálovém vybavení a době potřebné pro poskytnutí sil a prostředků. [24]

V roce 2012 byly pořízeny suché izolační obleky s potápěčskými přilbami a s možností povrchové dodávky dýchacího média. Vybavení pro přilbové potápění zcela mění současné možnosti potápění. Součástí vybavení pro přilbové potápění byly i speciální suché obleky do kontaminovaných vod. Potřebnost pořízení tohoto vybavení se potvrdila při rozsáhlých povodních v roce 2002, které zasáhly i podnik Spolana Neratovice, kde došlo k masívnímu úniku chloru a nezbytné zásahové činnosti hasičských potápěčů. S novým vybavením vznikla potřeba školení obsluhy pro bezpečné používání této techniky. [24]

Jak bylo uvedeno v kapitole 3.1.1., HZS Olomouckého kraje vyslalo v srpnu 2014 do akreditovaného školicího střediska v kalifornské Santa Marii dva potápěče. V návaznosti na převzetí zkušeností od amerických kolegů vznikly dva nové specializační kurzy u HZS ČR, a to kurz „Obsluha přilbového potápění“ a kurz „Potápěč pro přilbové potápění“. K těmto kurzům byly sepsány učební osnovy přizpůsobené pro potápěče HZS ČR. V rámci prohloubení znalostí byli tito příslušníci vysláni na další kurz v USA v r. 2018. [24]

Další novou výzvou pro rozvoj nových směrů v potápění u HZS ČR, přinesla silně medializovaná a technicky náročná záchranná akce chlapců fotbalového

týmu v thajské jeskyni v r. 2018. Záchranné akce v Thajsku se osobně zúčastnili dva experti z řad HZS ČR. V důsledku incidentu byl u některých potápěčských skupin HZS ČR prohlouben zájem o jeskynní potápění a zejména spolupráce s potápěči České speleologické společnosti. Jedním z vrcholů spolupráce bylo součinnostní cvičení v září r. 2019 za kooperace speleo-potápěčů, potápěčů HZS ČR a police ČR. Námětem cvičení bylo právě vyhledávání a záchrana osob z uzavřených jeskynních prostor Hranické propasti. [24]

3.1.3 Legislativní rámec

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR č. 16 ze dne 5. 3. 2013 kterým se stanoví opěrné body Hasičského záchranného sboru České republiky a typy předurčenosti jednotek požární ochrany pro záchranné práce

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR č. 45 ze dne 25. 9. 2013, kterým se stanovují pravidla pro činnost potápěčských skupin u Hasičského záchranného sboru ČR

Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky č.16 ze dne 17. března 2017, kterým se stanoví opěrné body Hasičského záchranného sboru České republiky a typy předurčenosti jednotek požární ochrany pro záchranné práce

STČ-07/IZS – Typová činnost složek IZS při společném zásahu: Záchrana pohřešovaných osob – pátrací akce v terénu

Pokyn GŘ č. 53/2008, kterým se stanovují pravidla pro činnost potápěčských skupin u HZS ČR, který byl nahrazen Pokynem GŘ č.45/2013

Zákon č. 258/2000 Sb. Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů

Nařízení MV č.48/2007 o péči o zdraví příslušníků a zaměstnanců Police České republiky, Hasičského záchranného sboru ČR a zaměstnanců MV ČR

3.1.4 Potápěčské skupiny HZS ČR

Opěrným bodem pro práce pod vodní hladinou s typem předurčenosti „P“ se rozumí jednotky HZS krajů, na nichž jsou dislokovány potápěčské skupiny s vybavením pro záchranné práce pod vodní hladinou. Potápěčskou skupinu tvoří minimálně 5 příslušníků HZS kraje, z nichž nejméně 3 jsou potápěči s odbornou kvalifikací potápěč III. stupně nebo instruktor potápění, přičemž ve stálé pohotovosti v příslušné jednotce HZS kraje jsou minimálně 2 hasiči se specializací pro práci pod vodní hladinou v každé směně. Vzhledem k tomu, že z hlediska velké finanční náročnosti není možné zajistit plošné rozmístění potápěčských skupin po celém území České republiky, byly stanoveny opěrné body s předurčeností „P“ pro potápěčskou činnost. Důvodem zvolení umístění jednotlivých opěrných bodů, bylo v roce 2004 zpracování analýzy vodních ploch a četnosti zásahů pod vodní hladinou v jednotlivých okresech. Byly vybrány čtyři opěrné body, v kterých jsou dislokováni potápěči v počtu minimálně čtyř v každé směně. [10]

Opěrné body pro práce pod vodní hladinou s předurčeností „P“

- 1) HZS hl. m. Prahy, předurčené také pro HZS Středočeského, Ústeckého, Karlovarského a Plzeňského kraje,
- 2) HZS Jihočeského kraje, předurčené také pro HZS kraje Vysočina,
- 3) HZS Olomouckého kraje, předurčené také pro HZS Jihomoravského, Moravskoslezského a Zlínského kraje,
- 4) HZS Pardubického a Královéhradeckého kraje formou společného zajišťování činnosti potápěčské skupiny ve směně. Jsou předurčené také pro HZS Libereckého kraje [10]

V návaznosti na budování nové strategie rozmístění potápěčských skupin, bylo rozhodnuto o postupném utlumování specializace potápěč na územních odborech HZS krajů a postupné nahrazení stávajících instruktorů, pouze

instruktory dislokovanými v opěrných bodech s předurčeností pro potápění. Oblast výcviku a provozu potápěčských činností u HZS ČR je zajišťována Sbohem instruktorů potápění. Tento orgán je složen z instruktorů potápění, vedoucích potápěčských skupiny a vedoucího Záchraného útvaru HZS ČR. Je zřízen GŘ HZS ČR, který jej ustanovil jako svůj poradní orgán v oblasti potápěčských činností. [13, str 2]

Hlavní úkoly Sboru instruktorů potápění:

- zjišťuje nedostatky při práci pod vodní hladinou
- připravuje metodické postupy pro odbornou přípravu potápěčů
- zpracovává a zajišťuje program zaměstnání ke zvýšení odborné úrovně instruktorů potápění a potápěčů
- navrhuje zaměření a náplň odborné přípravy v oblasti práce pod vodní hladinou
- analyzuje vybrané zásahy a nehody pod vodní hladinou
- vybírá a testuje novou výstroj pro práci pod vodní hladinou
- spolupracuje s externími specialisty ostatních složek IZS
- spolupracuje s výrobcí technického zařízení
- dle potřeby plní další úkoly spojené s problematikou práce pod vodní hladinou.“. [13, str 2]

Pokud organizační složka HZS ČR zřídí potápěče pro operační činnost, musí být jejich minimální počet pět potápěčů s odborností odpovídající charakteru zásahové činnosti, aby bylo možné sestavit alespoň jednu potápěčskou skupinu v době výkonu služby. Organizační složky HZS ČR se mohou při zřizování potápěčských skupin sdružovat. [8]

Potápěčské skupinu pro operační řízení tvoří nejméně tři potápěči s odborností odpovídající charakteru zásahové činnosti. Potápěči jsou součástí potápěčského družstva a doporučuje se je dislokovat na stanici typu C. [8]

3.1.5 Potápěčské kvalifikační stupně

Potápěč-uchazeč:

- musí být zdravotně způsobilý pro provádění prací pod vodní hladinou
- systematicky se v rámci pravidelné odborné přípravy u své jednotky požární ochrany připravuje na kurzu potápěč s odborností I. stupně
- jeho příprava probíhá pouze pod vedením instruktora potápění nebo potápěče III. stupně v rámci odborné přípravy
- absolvuje pravidelnou odbornou přípravu pro potápěče u jednotky požární ochrany skládající se z teoretické i praktické části nejméně v rozsahu 40 hodin [13]

Potápěč s odborností I. stupně:

- má základní vědomosti o hyperbarickém prostředí, fyzikálních zákonech, základy anatomie a fyziologie člověka nutné pro potápění
- ovládá základní potápěčskou výstroj
- je způsobilý se bezpečně potápět s dýchacím přístrojem se stlačeným vzduchem do 10 m (malé hloubky) v doprovodu potápěče s odborností II. stupně
- je způsobilý se bezpečně potápět do 30 m (střední hloubky) v doprovodu potápěče s odborností III. stupně nebo instruktora potápění
- je schopen provést záchranu druhého potápěče pod hladinou i na hladině.
- zúčastňuje se odborné přípravy potápěčů u své jednotky požární ochrany
- Systematicky se připravuje na absolvování kurzu potápěčů s odborností II. Stupně [13]

Potápěč s odborností II. Stupně:

- má vědomosti o záchranných technikách na hladině i pod vodní hladinou
- umí aplikovat fyzikální výpočty při stanovení spotřeby vzduchu, výpočtech dekompresních zastávek, a při mimořádných situacích (opomenutí dekompresní zastávky, nouzový výstup)
- má povědomí o příčinách potápěčských nehod a řešení krizových situací
- má praktické zkušenosti v záchranném a pracovním potápění s dýchacím přístrojem se stlačeným vzduchem.
- je seznámen se způsoby vyhledávání osob a předmětů za zhoršené viditelnosti na velkých vodních plochách, v proudu, v členitém terénu
- ovládá techniku vyprošťování osob a předmětů pod vodní hladinou
- ovládá vyvazování a zvedání břemen ze dna pomocí techniky (zvedací vaky, autojeřáb apod.)
- Je schopen provádět mapovací činnost s využitím kompasu v hloubkách do 40 m s otevřeným přístupem k hladině
- může se podílet na pravidelné odborné přípravě potápěčů s odborností I. stupně [13]

Potápěč s odborností III. Stupně:

- má širší vědomosti o předpisech a normách v oblasti potápění
- ovládá bezpečnostní směrnice pro potápění na akcích České speleologické společnosti a zásady k výkonu potápěčské činnosti v Báňské záchranné službě
- může působit jako velitel zásahu a organizovat místo zásahu
- má rozsáhlé vědomosti z teorii potápění a více jak dvouleté praktické zkušenosti v záchranném a pracovním potápění s dýchacím přístrojem se stlačeným vzduchem

- je způsobilý k provádění specializované potápěčské práce pod vodou v hloubkách i přes 40 m
- je připraven k provádění prací v prostředí neumožňujícím přímý výstup k hladině
- může být přeškolen na potápění s jinými typy dýchacích přístrojů či systémů, jejichž médiem není vzduch
- může se podílet na pravidelné odborné přípravě potápěčů s odborností I. a II. stupně a pravidelné odborné přípravě potápěčů-uchazečů. [13]

Instruktor potápění:

- Musí mít napotápěno minimálně 100 hodin u HZS ČR
- má široké znalosti z teorie potápění i jiných oblastí souvisejících s hyperbarickým prostředím
- absolvoval nejméně čtyři roky v záchranném a pracovním potápění s dýchacím přístrojem se stlačeným vzduchem u HZS ČR
- je schopen provádět specializované potápěčské práce pod vodou v hloubkách i přes 40 m
- je schopen provádět specializované práce v prostředí neumožňujícím přímý výstup k hladině
- může být přeškolen na potápění s jinými typy dýchacího média (Nitrox)
- může se podílet na kurzech potápěčů všech stupňů odbornosti
- podílí se na pravidelné odborné přípravě potápěčů-uchazečů
- může být zařazen do zkušebních komisí organizátorem kurzů potápěčských kvalifikací. [13]

3.1.6 Odborná příprava potápěčů HZS

Pro získání a postupné zvýšení odbornosti potápěčů působících u opěrných bodů slouží systém specializačních kurzů, a to v následujícím sledu: [13]

- a) potápěč s odborností I. stupně
- b) potápěč s odborností II. stupně
- c) potápěč s odborností III. stupně
- d) instruktor potápění

K rozšíření odbornosti potápěčů slouží specializační kurzy, kterými jsou:

- a) kurz potápění s dýchací směsí NITROX
- b) kurz potápěč pro přilbové potápění
- c) kurz obsluhy přilbového potápění. [13]

Pro zařazení do kurzu Potápěč I. musí uchazeč splňovat tyto podmínky: [11]

- má platné potvrzení o lékařské prohlídce povolující potápění
- absolvoval u jednotky HZS ČR 40hodinovou pravidelnou odbornou přípravu potápěče, z toho minimálně 3 hodiny pod vodou
- potvrzení služebního funkcionáře a hlavního instruktora opěrného bodu o absolvování pravidelné odborné přípravy u jednotky HZS ČR dle aktuálně platného pokynu generálního ředitele HZS ČR, kterým se stanovují pravidla pro činnost potápěčských skupin u Hasičského záchranného sboru ČR
- plní vstupní plavecké testy

Pro zařazení do kurzu Potápěč II. musí uchazeč splňovat tyto podmínky: [12]

- má platné potvrzení o lékařské prohlídce povolující potápění
- absolvoval kurz potápěčů s odborností I. stupně nebo je držitelem oprávnění např. na úrovni P*** (CMAS) či jiné obdobné kvalifikace z oblasti sportovního či pracovního potápění
- má napotápěno a potvrzeno nejméně 15 hodin, přičemž minimálně 10 ponorů musí být do hloubek přes 10 m a 3 ponory do hloubek přes 20 m. Všechny ponory musí být provedeny v rámci potápěčské činnosti u HZS ČR. To se netýká držitele oprávnění např. na úrovni P*** (CMAS) či jiné

obdobné kvalifikace z oblasti sportovního či pracovního potápění, potápěč s odborností II. Stupně MV-GŘ HZS

- potvrzení služebního funkcionáře a hlavního instruktora opěrného bodu o absolvování pravidelné odborné přípravy u jednotky HZS ČR dle aktuálně platného pokynu generálního ředitele HZS ČR, kterým se stanovují pravidla pro činnost potápěčských skupin u Hasičského záchranného sboru ČR
- vazač břemen

Pro zařazení do kurzu Potápěč III. musí uchazeč splňovat tyto podmínky:

- má platné potvrzení o lékařské prohlídce povolující potápění
- absolvoval kurz potápěčů s odborností II. stupně,
- má minimálně dvouleté praktické zkušenosti v záchrannářském a pracovním potápění s dýchacím přístrojem se stlačeným vzduchem
- má napotápěno a potvrzeno nejméně 60 hodin v různých podmínkách, z toho minimálně 15 ponorů musí být do hloubek přes 20 m a 5 ponorů do hloubek přes 30 m. Ponory musí být provedeny v rámci potápěčské činnosti u HZS ČR
- potvrzení služebního funkcionáře a hlavního instruktora opěrného bodu o absolvování pravidelné odborné přípravy u jednotky HZS ČR dle aktuálně platného pokynu generálního ředitele HZS ČR

Pro zařazení do kurzu Instruktor potápění musí uchazeč splňovat tyto podmínky:

- má platné potvrzení o lékařské prohlídce povolující potápění
- absolvoval kurz potápěčů s odborností III. stupně,
- pětiletá praxe v záchrannářském a pracovním potápění s dýchacím přístrojem se stlačeným vzduchem
- má napotápěno a potvrzeno nejméně 100 hodin, přičemž minimálně 15 ponorů musí být do hloubek přes 30 m a 10 ponorů do hloubek přes 40 m. Ponory musí mít potvrzeny instruktorem potápění.

- potvrzení služebního funkcionáře a hlavního instruktora opěrného bodu o absolvování pravidelné odborné přípravy u jednotky HZS ČR dle aktuálně platného pokynu generálního ředitele HZS ČR

Pravidelnou odbornou přípravu organizují organizační složky HZS ČR pro své potápěče. Účast na pravidelné odborné přípravě je podmínkou pro výkon potápěčských činností pod vodní hladinou v operačním řízení. K jejímu provádění velitel jednotky využívá instruktory potápění a potápěče s odborností III. a II. stupně a musí být prováděna za rovnocenných organizačních a bezpečnostních podmínek jako zásah. Témata pravidelné odborné přípravy pro kalendářní rok stanoví GŘ HZS ČR na základě návrhu SIP. V rámci pravidelné odborné přípravy nebo zásahů musí potápěč nejméně jedenkrát za 3 měsíce provádět činnost pod vodní hladinou tak, aby během 12 měsíců dosáhl nejméně 10 hodin činnosti pod vodní hladinou. [13]

U všech ponorů na volné vodě v průběhu kurzu musí být:

- a) zajištěna dekompresní komora s obsluhou oprávněnou tuto komoru obsluhovat
- b) přítomen lékař znalý v problematice zdravotních rizik potápěčů při potápění, který má na místě k dispozici lékařské vybavení pro zajištění přednemocniční neodkladné péče. Za tímto účelem může být lékařské vybavení umístěno v sanitním vozidle. Tato služba může být zajišťována subdodavatelsky nebo prostřednictvím Zdravotnického zařízení Ministerstva vnitra. [13]

3.1.7 Charakteristika typů prováděných zásahů

- vyhledávání utonulých osob a předmětů ve spolupráci s PČR
- práce pod vodou (řezání, stříhání, montáž, demontáž)
práce pod uzavřenou hladinou (pod ledem, zatopené objekty a technologie)
- zásahy při živelných pohromách
- zajištění a obsluha protipovodňových bariér

- pomoc při ochraně životního prostředí (únik NCHL)
- záchrana osob a zvířat z vody
- vyzvedávání vozidel a předmětů z vodního prostředí
- zásahy na vodě a pod hladinou, kde by bylo zbytečné riskovat zdraví příslušníka HZS nepotápěče
- zásahy v kontaminované vodě v případě mimořádných událostí s možným ohrožením zdraví, životů obyvatel a životního prostředí

3.1.8 Zdravotní způsobilost pro potápění

Ochranou zdraví při práci se zabývá zákon 258/2000Sb, o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. Tento předpis však není pro příslušníky HZS České republiky závazný, ale slouží jako podklad interních **Nařízení MV č.48/2007** o péči o zdraví příslušníků a zaměstnanců Police České republiky, Hasičského záchranného sboru ČR a zaměstnanců MV ČR

Zdraví potápěče může ovlivnit řada faktorů, z toho důvodu je nutné provádět ochranná opatření pro jeho bezpečnost. Za účelem ochrany zdraví nejen příslušníka HZS ČR, jsou rizikové práce rozděleny do čtyř kategorií. Parametry pro zařazení pracovníka do jednotlivých kategorií určuje u příslušníků HZS ČR **Nařízení MV č.48/2007** o péči o zdraví příslušníků a zaměstnanců Police České republiky, Hasičského záchranného sboru ČR a zaměstnanců MV, ve smyslu vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií. Jednotlivé kategorie vypovídají o míře zátěže a rizikových podmínkách na organismus, při charakteristické směně. [25]

Za rozhodující faktory se považují faktory, které při dané činnosti mohou významně ovlivňovat nebo ovlivňují zdraví. Za charakteristickou směnu se pokládá směna, která probíhá za obvyklých provozních podmínek, při níž doba výkonu práce s jednotlivými rozhodujícími faktory v daném časovém úseku odpovídá, celoročně nebo v rozhodujícím období skutečné míře zátěže, těmto faktorům. Pro účely hodnocení faktorů celková fyzická zátěž, lokální svalová

zátěž, ruční manipulace s břemenem a hodnocení pracovních poloh, se za charakteristickou směnu považuje průměrná směna stanovená právním předpisem upravujícím podmínky ochrany zdraví při práci. [26]

Při kategorizaci rizikových prací se přihlíží k vzájemným interakcím jednotlivých faktorů na základě nejnovějších vědeckých poznatků.

Kategorie tři:

- při nichž jsou překračovány hygienické limity, a práce naplňující další kritéria pro zařazení práce do kategorie třetí podle přílohy č. 1, přičemž expozice fyzických osob, které práce vykonávají (dále jen "osob"),
- práce při nichž není spolehlivě snížena technickými opatřeními pod úroveň těchto limitů, a pro zajištění ochrany zdraví osob je proto nezbytné využívat osobní ochranné pracovní prostředky, organizační a jiná ochranná opatření,
- práce, při nichž se vyskytují opakovaně nemoci z povolání nebo statisticky významně častěji nemoci, jež lze pokládat podle současné úrovně poznání za nemoci související s prací, [26]

Kategorie čtyři:

- považují práce, při nichž je vysoké riziko ohrožení zdraví, které nelze zcela vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatření. [26]

Příloha č. 1 k vyhlášce č. 432/2003 Sb. Definuje práce ve zvýšeném tlaku jako kategorie 3. a 4. rizikových prací.

Kategorie 3: definuje jako práci ve zvýšeném tlaku od 100kPa do 400kPa, což odpovídá hloubkám do 40 m.

Kategorie 4: definuje jako práce ve zvýšeném tlaku nad 400 kPa, která u práce pod hladinou odpovídá hloubce nad 40 metrů a více.

Žádost o zařazení prací do rizikových skupin předkládá osoba, která zaměstnává fyzické osoby v pracovněprávních nebo obdobných pracovních vztazích, a to do 30 kalendářních dnů ode dne zahájení výkonu prací. [25, §37]

Měření a vyšetření pro účely zařazení prací do druhé, třetí nebo čtvrté kategorie nebo změn zařazení prací do těchto kategorií, která jsou potřebná k hodnocení rizik, může zaměstnavatel provést jen prostřednictvím držitele osvědčení o akreditaci nebo držitele autorizace (§ 83c) k příslušným měřením nebo vyšetřením, je-li pro obor měření nebo vyšetřování autorizace nebo akreditace právními předpisy upravena, pokud není sám takto kvalifikovaný. [25, §38]

Rizikovou prací, kterou se pro účely tohoto zákona rozumí práce, při níž je nebezpečí vzniku nemoci z povolání nebo jiné nemoci související s prací, je práce zařazená do kategorie třetí a čtvrté a dále práce zařazená do kategorie druhé, o níž takto rozhodne příslušný orgán ochrany veřejného zdraví nebo tak stanoví zvláštní právní předpis. [25, §39]

Zaměstnavatel, na jehož pracovištích jsou vykonávány rizikové práce, je dále povinen:

a) u každého zaměstnance ode dne přidělení rizikové práce vést evidenci

- o jménu, příjmení a rodném čísle,
- o počtu směn odpracovaných při rizikové práci, s výjimkou rizika infekčního onemocnění,
- o datech a druzích provedených lékařských preventivních prohlídek a jejich závěrech, o zvláštních očkováních souvisejících s činností na pracovišti zaměstnavatele nebo o imunitě (odolnosti) k nákaze,
- údajů o výsledcích sledování zátěže organismu zaměstnanců faktory pracovních podmínek a naměřených hodnotách intenzit a koncentrací faktorů pracovních podmínek a druhu a typu biologického činitele, s výjimkou údajů o zdravotním stavu zaměstnanců,

b) ukládat evidenci podle písmene a) po dobu 10 let od ukončení expozice, a jde-li o práce

- s chemickými karcinogeny nebo mutageny stanovenými zvláštním právním předpisem,

- s azbestem,
- v riziku fibrogenního prachu
- s biologickými činiteli, které mohou vyvolat latentní onemocnění, onemocnění, která mají velmi dlouhou inkubační dobu nebo způsobují onemocnění, která se opakovaně projevují remisemi či mohou mít závažné následky, po dobu 40 let od ukončení expozice, [25, §40]

Právnícké osoby a podnikající fyzické osoby smějí nakládat s nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi, které mají přiřazenu třídu nebezpečnosti akutní toxicita kategorie 1 nebo 2 podle nařízení (ES) č. 1272/2008, jen tehdy, jestliže nakládání s nimi mají zabezpečeno fyzickou osobou odborně způsobilou podle § 44b odst. 1, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak. Jednotlivé činnosti v rámci nakládání s těmito chemickými látkami a chemickými směsmi může vykonávat i zaměstnanec, kterého fyzická osoba odborně způsobilá prokazatelně zaškolila. Opakované proškolení se provádí nejméně jedenkrát za 2 roky. [25, §44a6]

3.2 Specifika hyperbarického prostředí

Po ponoření se pod hladinu vody potápěč vstupuje do prostředí, v němž dochází ke změnám působení mnoha fyzikálních zákonů na jeho organismus, přičemž na tuto skutečnost jeho jej fylogenetický a ontogenetický vývoj v atmosférickém prostředí není připraven. Při sestupu do hloubky je vystaven narůstajícímu tlaku okolního vodního prostředí, zvýšené hustotě vody, jejímu chladu či nízké průzračnosti, musí dýchat plyny ve zvýšeném tlaku. Tyto fyzikálně determinované faktory mění u tohoto jedince většinu jeho životních funkcí a subjekt se jim musí během pobytu pod vodou přizpůsobit. Pro správné pochopení medicínských problémů souvisejících s potápěním je nutné definovat několik základních fyzikálních pojmů a zákonů. (7)

3.2.1 Tlak

Účinky tlaku mají pro potápěče zásadní význam. V řadě fyzikálních zákonů, přímo figuruje tlak, významné jsou i jeho přímé a nepřímé fyziologické účinky. Tlak je definován jako podíl velikosti síly působící kolmo na plochu a plošného obsahu této plochy. Tlak p vyvolaný komou silou F rovnoměrně rozloženou na ploše S . Jednotkou tlaku je pascal (Pa), který je definován jako tlak vyvolaný silou N , rovnoměrně rozloženou na ploše 1 m^2 , kolmé ke směru síly. [9, 45]

Normální atmosférický tlak je smluvní hodnota odpovídající průměrnému tlaku vzduchu při hladině moře. Tento tlak odpovídá tíze myšleného vzduchového sloupce nad každým čtverečním metrem vodorovné plochy od povrchu Země až po hranice atmosféry. Se vzrůstající nadmořskou výškou se zmenšuje výška vzduchového sloupce, ležící nad daným místem. Proto klesá i atmosférický tlak a klesá i hustota vzduchu. Závislost atmosférického tlaku na výšce je významná pro některé potápěčské výpočty, související s potápěním ve vyšších nadmořských výškách. [9,46]

Hydrostatický tlak je vyvolán hmotností sloupce tekutiny působící na plochu v gravitačním poli Země. Velikost hydrostatického tlaku narůstá s hloubkou ponořeného tělesa do kapaliny. Voda je přibližně 800krát hustší než vzduch. Hustota vody společně s gravitačním zrychlením jsou odpovědné za to, že při sestupu do hloubky 10 metrů vzroste tlak vody o stejnou hodnotu, jakou měl atmosférický tlak na hladině, tzn. O dalších přibližně 100 kPa. Na každý jeden metr hloubky vzroste hydrostatický tlak o 0,01 MPa. Tato hodnota se také nazývá gradient hydrostatického tlaku. [7,94]

Na každých dalších 10 m hloubky narůstá tlak o 0,1 MPa. Celkový tlak p_{abs} působící v dané hloubce na tělo ponořeného potápěče je součtem atmosférického tlaku p_{atm} a hydrostatického tlaku p_{h} pod hladinou vody. Většina tkání lidského těla obsahuje značné množství intracelulární vody. Z biomechanického aspektu jsou takové tkáně (kosterní svalstvo, parenchymové orgány tělních dutin, mozek

v tekutinou vyplněném intrakraniálním prostoru) chráněny před tlakovými deformačními silami svým strukturálním složením. Naproti tomu tělní dutinové systémy vyplněné plynem (přínosové a středoušní dutiny, plíce, žaludek, GIT) je zapotřebí pře účinky vnějšího celkového tlaku vody chránit. [7,96]

Principy ochrany organismu proti působení tlaku jsou v podstatě dva:

- Kompenzace tlaku v tělních dutinách. Potápěč vyrovnává tlak tak, aby byl totožný jako celkový tlak okolní vody.
- Ochrana potápěče před účinky působení tlaku okolní vody použitím ochranného tlaku vzdorného skafandru, nebo potápěním v batyskaфу, či ponorce.

3.2.2 Stavová rovnice plynů v potápěčské praxi

Podle molekulárně-kinetické teorie se předpokládá, že molekuly plynů se pohybují přímočaře až do momentu kolize s jinými molekulami plynu. Kromě okamžiku molekulární kolize molekuly ideálního plynu na sebe nepůsobí žádnými silami, nepřitahují se, ani neodpuzují. Vzduch a jeho dvě základní složky – dusík a kyslík, se v pásmech tlaků používaných v potápěčské praxi chovají téměř jako ideální plyn. Ideální plyn v rovnovážném stavu lze považovat za termodynamickou soustavu. Stav každé termodynamické soustavy lze popsat pomocí stavových veličin, kterými jsou tlak (p), objem (V) termodynamická teplota (T) a hmotnost (m). Chování ideálního plynu se zřetelem na změny základních stavových veličin plynu vyjadřuje stavová rovnice plynu: [7,97]

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

kde:

p – tlak ideálního plynu

V – objem ideálního plynu

T – termodynamická teplota

Spodní index 1 – počáteční stav

Spodní index 2 – konečný stav

Ze stavové rovnice vyplývá, že změna jedné stavové veličiny povede ke změně ostatních dvou. Stavovou rovnici je možné zjednodušit tak, že jednu ze stavových veličin budeme považovat za konstantní. [7,98]

V potápěčské praxi se se stavovou rovnicí můžeme potkávat velmi často. Příkladem mohu být tlakové lahve dýchacího přístroje a potápěčský člun ponechaný na slunci, nebo požár v hyperbarické komoře. Při výrazném zvyšování externích teplot dochází k rozpínání plynu uvnitř nádob a hrozí mechanické poškození jejich celistvosti. [7]

Dalším příkladem může být ohrožení dutinových systému potápěče. Potápěč, který má totální kapacitu plic (TLC) v hodnotě 6,0 litrů. Na dně bazénu s hloubce 3,5 metrů se nadechne z dýchacího přístroje a bez výdechu se vynoří na hladinu. Potápěči se na hladině zvětší TLC o 2,1 litrů. ($TLC^2 = 8,1$ litrů). Riziko poškození plic je za daných okolností velmi vysoké. [7, 99]

Škrčení plynu vzniká tehdy, přechází-li plyn přes mechanickou překážku charakteru zúženého otvoru tak, že po přechodu tímto otvorem má plyn nižší tlak než před pasáží přes tento otvor. Plyn, který prochází přechodem přes zúžený otvor se bezprostředně za místem restrikce průtoku rozpíná, čímž se snižuje jeho vnitřní energie, za současného poklesu teploty škrčeného plynu. [7, 101]

3.2.3 Daltonův zákon

John Dalton (1766-1844) britský chemik, fyzik a meteorolog, zakladatel moderní atomistiky, objevil v roce 1801 zákon parciálních tlaků. Celkový tlak směsi plynů se rovná součtu dílčích (parciálních) tlaků, které by vyvíjely jednotlivé plyny, kdyby při stejné teplotě vyplňovaly stejný objem jako celá směs plynů. [7]

Daltonův zákon je matematicky vyjádřen vzorcem:

$$p = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n$$

kde:

p = celkový tlak směsi plynů

p_1, p_2, p_3, p_n = parciální (dílčí) tlaky plynů přítomných ve směsi

Podle tohoto zákona se každý plyn ve směsi chová tak, jako by tam ostatní plyny nebyl. Znamená to, že tlaky jednotlivých plynů tvořících plynovou směs můžeme sčítat za předpokladu, že mezi těmito plyny nedochází k chemické reakci. Při sestupu potápěče do hloubky se nemění složení vdechovaného vzduchu jako plynové směsi co do objemového zastoupení jednotlivých plynů společně vytvářejících vzduchovou směs. Naproti tomu s přibývajícím hloubkou ponoru narůstají parciální tlaky jednotlivých plynných složek obsažených ve směsi vzduchu. [7] Díky narůstající hloubce při potápění narůstá parciální tlak kyslíku, a nekompetentní používání hyperoxických směsí, může dojít k akutní otravě kyslíkem jak je popsáno v kapitole 3.3.2.

3.2.4 Henryho zákon

Henryho zákon definuje proces rozpouštění plynu v kapalině. Podle Henryho zákona je množství fyzikálně rozpuštěného plynu v kapalině při konstantní teplotě přímo úměrné tlaku plynu nad kapalinou. To znamená, že při zvýšení tlaku plynu, jenž je v kontaktu s kapalinou, dojde v dané kapalině k jeho dalšímu rozpouštění. [7]

Koncentrace rozpuštěného plynu ve vodě je přímo úměrná parciálnímu tlaku nad její hladinou.

$$C_i = K_i \cdot P_i$$

C_i = koncentrace nasycení vody plynem

K_i = absorpční koeficient

P_i = parciální tlak plynu

i je index, který vyjadřuje označení (pořadí) konkrétního plynu ve směsi plynů například ve vzduchu

Rozpustnost základních plynů používaných v potápěčské praxi záleží také na druhu kapaliny, v níž se plyny mají rozpustit. V lidských tukových tkáních se v podmínkách přetlaku rozpustí přibližně pětinasobně více dusíku než v krvi.

Tabulka 1 - Rozpustnost vybraných plynů v kapalinách [7]

	Dusík	Kyslík	Hélium
Voda	12,3	23,9	8,6
Krev	12,8	23,2	8,7
Olivový olej	66,1	110,5	15,7

Proces saturace kapaliny molekulami plynu má exponenciální průběh. Zpočátku probíhá rychle. S nárůstem stupně nasycení kapaliny plynem se proces saturace zpomaluje, až se nakonec úplně zastaví. Dochází k vytvoření rovnovážného stavu, úplné saturace organismu. Henryho zákon je principiálním fyzikálním zákonem pro porozumění procesů saturace a desaturace lidského organismu inertními plyny.[7]

Proces rozpuštění plynu v kapalině je tedy fyzikálně limitován:

- parciálním tlakem daného plynu
- druhem plynu i kapaliny, v níž se má plyn rozpustit
- teplotou

Aplikace Henryho zákona v potápěčské praxi je demonstrována například v kapitole 3.3.2. o dekompresní nemoci.

3.2.5 Fickův zákon

Fickův zákon definuje biofyzikální mechanismus difuze plynu přes buněčné membrány jednotlivých tkáňových systémů. Jeho znalost je nutná pro komplexní pochopení principů saturace organismu inertními plyny. Difuze inertního plynu je dvousměrný proces, bez potřeby energetického pokrytí molekuly plynu přes membrány buněk, procházejí pasivně podle aktuálního tlakového gradientu

plynu na obou stranách buněčné membrány. V lidském organismu dochází k procesům difuze plynů všude tam, kde vznikne tlaková nerovnováha plynu na každé ze stran biomembrány. [7]

$$\text{Difúze} = \frac{K \cdot A \cdot \Delta P}{D}$$

D

Kde:

K = koeficient difuze, ustálený experimentálně pro daný plyn při dané teplotě

A = povrch membrány, přes kterou prosázejí molekuly plynu

Delta P = tlakový (koncentrační) gradient plynu na obou stranách membrány

D = tloušťka membrány, přes kterou procházejí molekuly plynu

Z hlediska medicíny potápění jsou významné především fosfolipidové části struktury buněčných membrán, právě ty jsou velmi pravděpodobně zodpovědné za difuzní transport inertních plynů dovnitř buňky. Více než polovina hmoty buněčné membrány je tvořena proteiny, jež vytvářejí v buněčné membráně mezi lipidovými vrstvami složitou mozaikovou strukturu. Kromě jiných funkcí jsou proteinové součásti buněčných membrán zodpovědné za proces neurotransmiterů dovnitř buňky. [7] Tento jev je nutné připomenout v souvislosti s toxicitou kyslíku o které se zmíním v kapitole 3.3.2.

3.3 Vliv hyperbarického prostředí pro organismus potápěče

Organismus člověka je přizpůsoben životu na souši v normálním atmosférickém prostředí. Prostředí pod vodní hladinou je odlišné tomu, na které je lidský organismus zvyklý na které je adaptován. Hyperbarické prostředí a s tím související fyzikální zákony, mohou na organismus potápěče působit různými způsoby. Vlivem mnoha událostí s jasnými zdravotními následky vzniklými v souvislosti s potápěním, se postupně začal rozvíjet specifický medicínský obor zabývající se zdravotním stavem potápěče. Potápěčská medicína se v současné

době zabývá nejen prevencí zdravotního stavu pro začínající potápěče a možnými riziky na zdraví potápěče v souvislosti s dlouholetým výkonem potápěčské praxe, ale i akutním řešením potápěčských nehod. Potápěčská medicína je v současné době zahrnována do oboru hyperbarické medicíny. [4]

3.3.1 Možnosti poškození organismu vlivem tlaku

Během pobytu pod vodou jsou potápěči vystaveni zvýšenému tlaku okolního vodního prostředí (Kapitola 2.2.1.). Zvýšený tlak vody působí na člověka přímo, jako fyzikální činitel tak, že na momentální změny tlaku pod vodou reagují změnami objemu podle stavové rovnice plynů (kapitola 2.2.2.) různé preformované anatomické dutinové systémy v těle potápěče, nebo součásti jeho výstroje, jež obsahují plyn a jsou v přímém kontaktu s povrchem těla uživatele. Není-li vyrovnání změn tlaku plynu v jakýchkoli dutinových systémech těla potápěče vzhledem k měnícímu se tlaku okolního vodního prostředí optimální, nebo z jakýchkoli příčin vůbec možné, může dojít ke vzniku celé škály patomorfologických stavů, které se souhrnným názvem označují barotraumata, tedy poškození organismu přímým, mechanickým účinkem tlaku.

Barotraumata z podtlaku vznikají při sestupu potápěče do hloubky. Ten musí z dýchacího přístroje nebo jiného technického systému (dodávka dýchaného plynu z povrchu) vdechovat vzduch nebo jinou směs plynů pod stejným tlakem, jaký je tlak okolní vody. Toto mu zabezpečuje automaticky regulátor přívodu dýchaného plynu, který je součástí dýchacího přístroje s otevřeným dýchacím okruhem (OC). Tento dýchací regulátor se nachází i na moderních potápěčských přilbách při dodávce dýchaných plynů hadicemi z tlakových zásobníků mimo tělo potápěče. V plicích potápěče je za těchto okolností tlak dýchaného plynu ekvivalentní okolnímu hydrostatickému tlaku. Nedokáže-li potápěč z různých příčin úměrně zvyšujícímu se hydrostatickému tlaku zabezpečit také úměrný nárůst tlaku plynu v jiných anatomických tělních dutinách (vedlejší nosní dutiny,

středoušní dutiny), je tlak v těchto dutinách oproti tlaku okolní vody nižší. V důsledku toho vzniká podtlak v těchto dutinách, který se zvyšuje úměrně k narůstající hloubce. [7,167]

Barotraumata z přetlaku vznikají působením tlaku na organismus potápěče ve fázi jeho výstupu k hladině. Jak již bylo predikováno v kapitole 2.2.2., plyn z anatomicky preformovaných tělních dutin musí volně unikat navenek tak, aby se v nich nevytvářel přetlak vůči okolí. Ke vzniku přetlaku v anatomicky preformovaných dutinových systémech těla dochází tehdy, když se potápěč z nejrůznějších příčin nedokáže během výstupu k hladině přiměřeně zbavit nadměrného objemu plynu, jenž se v těchto dutinových systémech rozpíná. [7,184]

3.3.2 Zvláštnosti dýchání plynů v hyperbarickém prostředí

Dusíková narkóza vzniká při potápění s použitím stlačeného vzduchu jako dýchacího média. Podle Daltonova zákona (kapitola 2.2.3.) aktuální tlak směsi několika plynů v dané hloubce odpovídá součtu dílčích tlaků jednotlivých plynů, které tato směs plynu obsahuje. V hloubce 50 m bude tedy objemové zastoupení N_2 ve vzduchu, který potápěč vdechuje, stejné jako na hladině, parciální tlak bude však pětinasobně vyšší. Dusík ve zvýšeném parciálním tlaku v alveolárním vzduchu se po difuzi přes alveolokapilární membrány plic bude zvýšeně rozpouštět v krevní plazmě. Po dosažení určité koncentrace v krvi a v tkáňových strukturách začne dusík pod zvýšeným tlakem působit především na centrální nervový systém potápěče, a to již v hloubkách kolem 30 m. Všeobecně je možné působení dusíku na CNS definovat jako efekt narkotický až hypnotický. [7,125]

Dusík v podmínkách přetlaku difunduje z alveolárního vzduchu, kde je pod vyšším parciálním tlakem, přes alveokapilární membrány do krve plicní mikrocirkulace, kde se podle Henryho zákona (kapitola 2.2.4.) zvýšeně fyzikálně rozpouští v krevní plazmě, dochází tedy k saturaci krve N_2 . Krevním oběhem je

tento plyn dále distribuován do orgánů a tkání potápěče. Organismus potápěče se postupně dusíkem saturuje. Dusík se v tkáních a krvi potápěče v procesu výstupu k hladině, při poklesu tlaku alveolárního vzduchu, dostává do relativního kvantitativního přebytku v organismu, přestupuje z tkání a orgánů do krve a plic, kde difuzní pasáží přes plicní alveolokapilární membrány opouští tělo jako součást vydechovaného vzduchu. [7]

Dekompresní nemoc způsobují bubliny inertního plynu, které vznikají v důsledku přesycení tkání tímto plynem při rychlém snížení okolního tlaku. Vystoupí-li potápěč k hladině příliš rychle, takže dojde k překročení přípustného koeficientu přesycení, začnou se plyny rozpuštěné ve tkáních vylučovat ve zvýšené míře v podobě bublin. Parciální tlaky plynů v bublinách jsou úměrné parciálním tlakům plynů ve tkáních. Bubliny nadkritické velikosti budou mít tendenci se zvětšovat jak vylučováním dalšího plynu, tak při poklesu okolního tlaku při výstupu. Vzniknou-li na kritických místech, způsobí takzvanou dekompresní nemoc. Jejich projev se liší podle místa, kde bubliny vzniknou, případně kde se usadí. Vzhledem k tomu, že se mohou vytvořit téměř ve všech druzích tkání i v krevním oběhu, mohou být projevy dekompresní nemoci poměrně různorodé. [9]

Tradiční klasifikace rozlišuje dva základní typy dekompresní nemoci:

- Typ I. – méně závažná forma představuje kožní manifestace s minimálními bolestmi kloubů a svalů, nebo jen bolest kloubů
- Typ II. – závažná forma představuje závažné příznaky ze strany oběhového, dýchacího a nervového systému.

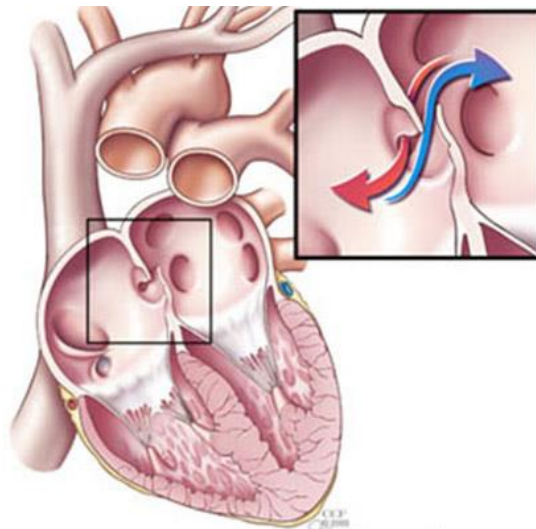
Novější způsob klasifikace slučuje všechny formy postižení související se změnami okolního tlaku při výstupu pod širší pojem DCI (Decompression Illnes), kam patří také dekompresní nemoc jako taková (DCS) a vzduchová embolie (AGE). [16]

Chronická otrava kyslíkem (Lorrain Smithův efekt) je způsobená dlouhodobým působením pO_2 nad 40 kPa. Interakcí O_2 s tkáněmi vznikají kyslíkové radikály, které vyvolávají poškození výstelky dýchacích cest plicních sklípků. Dochází také k destrukci surfaktantu s následkem nerovnoměrného rozpínání některých alveolů na úkor jiných. To vede ke zhoršené výměně dýchacích plynů mezi plicemi a krví. V důsledku poškození řasinkového epitelu dochází k hromadění neustále se tvořícího hlenu, který blokuje průdušinky a rovněž zhoršuje výměnu dýchacích plynů. Všechny uvedené procesy přispívají k rozvoji otoku plic a ke zmenšení jejich vitální kapacity. Chronická otrava kyslíkem připomíná svými projevy infekční postižení dýchacích cest spojené s dráždivým kašlem, dušností a pálením sliznice. [16]

Akutní otrava kyslíkem (Paul Bertův efekt) Za normálního atmosférického tlaku činí parciální tlak kyslíku přibližně 21 kPa. Po vdechnutí do plic klesá pO_2 na 13,3 kPa v plicních sklípcích (alveolech), odkud difunduje do krve. Z ní po difuzním spádu přechází přes tkáňový mok do buněk. Parciální tlak kyslíku v tkáňovém moku je 270 Pa, uvnitř buněk se pohybuje od 13 do 133 Pa. Hlavním mechanismem vyvolávajícím nástup akutní otravy je reakce nervové tkáně na kyslík ve vysokém koncentraci, který poškozuje jednoho z přenašečů nervových vzruchů. Jedná se o kyselinu gama-aminomáselnou (GABA), látku s tlumivými účinky nacházející se v místech vzájemného kontaktu nervových buněk. Následkem je zvýšená vzrušivost nervové soustavy a rozvoj řady příznaků, k nimž patří záškuby rtů a mimického svalstva, neklid, nevolnost spojená s nutkáním na zvracení, zúžení zorného pole (tunelové vidění), křeče končetin, křeče celého těla (epileptický záchvat), bezvědomí. Nástup příznaků je rychlý a bez jakýchkoli varovných signálů. [16]

3.3.3 Foramen ovale patens u potápěčů

Foramen ovale patens (PFO) je spojováno se zvýšeným rizikem vzniku dekompresní choroby potápěčů (DCS). Principem jevu je embolizace bublin dusíku z žilní krve do oběhového systému průchodem foramen ovale patens. Po narození dochází v průběhu několika let k celkovému uzavření foramen ovale patens u velké části populace. Výzkumy ukazují, že zhruba u čtvrtiny populace dojde k nedokonalému uzavření PFO, velikost otvoru a průtok krve otvorem se liší, otevření nebo uzavření PFO může ovlivňovat námaha, kašel nebo může být otevřené stále, bez souvislosti s námahou jakéhokoli druhu. Část této populace během svého života nezaznamená žádné zdravotní projevy. [6]



Obrázek 1 - Foramen ovale patens [16]

Pro potápěče je FOP nebezpečné při formě se spontánním pravo-levým zkratem. Hrozí zde totiž paradoxní embolizace, ke které dochází, když se krevní sraženina vytvořená v žíle uvolní, následně se dostane přes FOP do tepny a způsobí v tepenném řečišti uzávěr (pokud dojde k uzávěru cévy v mozku, hovoří se o mozkové mrtvici). Po ponoru se v žilní krvi vyskytují plynové emboly a tím se zvyšuje riziko cévního uzávěru při paradoxní embolizaci. Příznaky plynové

paradoxní embolizace zahrnují především neurologické a kožní projevy dekompresního onemocnění. [6]

Výskyt PFO je možné statisticky předpokládat v zastoupení 20-30% potápěčské populace. Detekce PFO je klinicky náročná a před vstupem by měla být vyžadována především u komerčních hloubkových a saturačních potápěčů. [7, 231]

3.3.4 Pozdní zdravotní následky potápění

Disbarická steonekróza (dysbaric osteonecrosis, DON) je specifické onemocnění kostí a kloubů, související s expozicí postižených jedinců zvýšenému tlaku okolního prostředí. Jde o chorobný stav progredující do závažných trvalých poruch zdravotního stavu postiženého, až do invalidity. Nejčastější hypotézou vysvětlující genezi DON u potápěčů je vznik tohoto onemocnění na podkladě plynové mikro embolie. Mikrobublinky dusíku nebo jiného inertního plynu, vznikající v desaturačním procesu, mohou způsobit mechanickou okluzi nutritivní kostní vaskulatury, čehož následkem je nebolestivá, prolongovaná ischemie vitálních kostních tkání, a jejich postupným odumíráním pod morfologickým obrazem aseptické kostní nekrózy. Do dnes však není přesně objasněna skutečnost, proč DON postihuje jen určité kosti těla a proč u letců, kteří pobývají v relativním podtlaku, je výskyt tohoto onemocnění velmi zřídka. [7, 301]

Pokud rekreační potápěč neprodělá závažnou dekompresní nehodu, je u něj pravděpodobnost vzniku DON málo pravděpodobná. Výrazně exponovanější skupinou, s možností pozdějšího vzniku, jsou potápěči hasičského záchranného sboru ČR, kteří pracují ve výrazně náročnějších podmínkách, a na saturaci dusíkem jsou exponovanější. Další takovou skupinou mohou být například potápěči PČR nebo příslušníci Báňských záchranných stanic. [7, 231]

3.3.5 Hyperbarická oxygenoterapie

V roce 1917, zkonstruovala společnost Dräger pro léčbu potápěčských nehod první barokomoru. Původní zaměření společnosti byla výroba ventilů pro čepování piva ze sudů. Společnost později vyráběla dýchací přístroje pro podporu dýchání pacientů, a s tím došlo k rozšíření výroby o bezpečnostní a potápěčskou techniku. Ve druhé polovině 19. století byl v Evropě zaznamenán rozmach léčby stlačeným vzduchem, předchůdce hyperbaroxie. V roce 1917 zkonstruoval Dräger komoru pro léčbu potápěčských nehod. [3]

V České republice byla první hyperbarická komora uvedena do provozu v roce 1965 v Městské nemocnici Ostrava na popud tehdejšího vedení Ostravsko-karvinských dolů a Městské nemocnice v souvislosti se vzrůstajícím množstvím pracovníků postižených těžkým pracovním úrazem či otravou oxidem uhelnatým v tehdejší těžkém průmyslu. Jednalo se o první a současně největší komoru v tehdejší Československu a v bývalém východním bloku.[35]

Pro začínající, ale i pro zkušené potápěče, je simulace sestupu do hloubky v hyperbarické komoře velmi přínosná zkušenost. Nárůst tlaku uvnitř komory ověří, jak dovedou potápěči vyrovnat tlak uvnitř tělních dutin. S narůstající hloubkou se projeví narkotické účinky dusíku. V hyperbarické komoře je možné si bez rizika ověřit individuální vnímavost jedince na působení tohoto jevu. Hloubka ponoru, s počátkem projevů dusíkového opojení, je zcela individuální. Celý ponor je sledován lékařem a v případě bolesti nebo jiných problém, může být přerušeno. Obsluha komory současně sleduje, aby byl dodržen standartní dekompresní režim, včetně správné výstupové rychlosti a dodržení případných dekompresních zastávek.

3.4 Specifika technického a pracovního potápění

Technical diving je v současné terminologii mezinárodně vžitým pojmem pro nekomerční potápěčské aktivity s autonomním dýchacím přístrojem (systému SCUBA), které překračuje rámec rekreačního potápění v rovině technické (používání vysoce sofistikované potápěčské výstroje s množstvím dalších technických doplňků) i subjektivní (extrémní ponory kladoucí vysoké nároky na fyzický i psychický stav a odolnosti potápěče a techniky. [7,69]

Technické potápění zahrnuje následující potápěčské aktivity

- potápění se stlačeným vzduchem do hloubek 40-60 m
- používání více komponentních plynových směsí s nižším obsahem kyslíku, nižším obsahem dusíku a doplňkovým přidáním helia (TRIMIX) pro pobyt ve velkých hloubkách (bottom gas)
- využívání hyperoxických plynových směsí (NITROX) a solitárního kyslíku v algoritmu optimalizované dekomprese
- standardní používání suchých obleků s možností doplňování objemu plynu v obleku (argon)
- používání oběhových dýchacích přístrojů s polouzavřeným (SCR) nebo uzavřeným (CCR) dýchacím okruhem (rebreathers)
- používání osobních dekompresních počítačů, implementujících do algoritmu dekomprese více směsí plynu a jejich výměnu během ponoru a možnost nastavení zátěže
- používání technických propulzních zařízení (potápěčské skútry s elektrickým pohonem,
- výše uvedená specifika v typech zásahů jasně determinují i nutnost používání specifické výstroje

Do modulů technického potápění se řadí obvykle i potápění s nemožností přímého vynoření potápěče k hladině. Jedná se o ponory v jeskyních, ve vracích,

potápění pod ledem, nemožnost přímého výstupu na hladinu určují fyziologické determinanty, obvykle po hloubkových ponorech. [7]

3.4.1 Používání hyperoxických směsí

Při ponorech není zdaleka důležité samotné obohacení vzduchu o kyslík, nýbrž snížení podílu dusíku v dýchaném médiu. Tím se pro danou hloubku sníží parciální tlak dusíku v dýchané směsi a tím dojde ke snížení saturace tkání organismu. Zároveň přispívá ke snížení rizika nástupu hloubkového opojení. [22]

Obvykle se používají směsi:

NITROX I je směs kyslíku a dusíku, která obsahuje 32 % kyslíku a 68 % dusíku. Tato směs je označovaná organizací NOAA jako Nitrox 32/68.

NITROX II je směs kyslíku a dusíku, která obsahuje 36 % kyslíku a 64 % dusíku. Tato směs je označovaná organizací NOAA jako Nitrox 36/64.

Pro nitroxovou směs s podílem kyslíku do 40 % lze obvykle použít běžného dýchacího přístroje, avšak je-li láhev plněna metodou parciálních tlaků, kdy do ní bývá vpouštěn čistý kyslík, musejí být láhev i napouštěcí ventil kyslíkově čisté a kompatibilní s kyslíkem. [22]

Tabulka 2- Bezdekompresních časů pro vzduch a hyperoxické směsi [7,138]

Hloubka v metrech	Standartní vzduchová směs 21 % O ₂	NITROX i 32 %	Nitrox II 36 %
15 m	100 min	200 min	310 min
18 m	60 min	100 min	100 min
22 m	50 min	60 min	60 min
25 m	40 min	50 min	60 min
28 m	30 min	40 min	50 min
31 m	25 min	30 min	40 min
34 m	20 min	25 min	30 min
37 m	15 min	25 min	x
40 m	10 min	20 min	x

U potápěčských skupin HZS ČR se setkáváme s několika způsoby výroby dýchací směsi NITROX. Nejrozšířenější je v současné době metoda míchání

vlastními vyškolenými blendery (míchači). Jedná se rovněž o metodu nejlevnější, jelikož vstupní náklady jsou pouze za nákup kyslíku. Všechny hasičské stanice jsou dnes již vybaveny kompresory, využívanými zejména k plnění tlakových lahví dýchacích přístrojů určených pro běžnou hasičskou činnost. Pro větší efektivitu míchání se využívají kyslíkové plničky, tzv. boostery, těmi však disponuje pouze HZS hl. m. Prahy a Hradce Králové.

Po naplnění tlakových lahví musí být pomocí kyslíkového analyzátoru změřen obsah kyslíku v láhvi a vše se zaznamenává přímo na tlakovou lahev na pro to určené nálepky, nebo přímo na tělo tlakové láhve. Další a nejdůležitější kontrola probíhá přímo před ponorem opět změřením obsahu kyslíku analyzátozem. Platí, že každý potápěč si měří vlastní láhev, za kterou zodpovídá, a láhev, která není změřena, nesmí pod vodu. [23]

3.4.2 DIR potápění

DIR je zkratkou pro anglické Doing It Right, **dělat to správně**. Spíše než o filozofie se však jedná o ucelený potápěčský systém, jenž vznikl na základě zkušeností floridských jeskynních potápěčů. Od ostatních výcvikových systému je tento systém odlišný v používání vlastní standardizované konfigurace výstroje. Filozofie DIR potápění klade důrazu nejen na konfiguraci výstroje, ale i na tělesnou a duševní kondici, pečlivé plánování ponorů, a především na spolupráci s partnerem nebo týmem. Solo potápění je považováno za neodůvodněné a nepřípustné. [17,19]

Základním prvkem potápěčské výstroje je sám potápěč a jeho buddy. Členové týmu by měli mít identicky uspořádanou výstroj, dodržovat bezpečnou vzdálenost, neustále o sobě mít přehled a provádět vzájemnou kontrolu činností a situace, být sehraní a podporovat se. Psychická kondice, dechová spotřeba, zkušenosti a kvalifikace by měly být na stejné úrovni vzhledem k obtížnosti

ponoru. [17,23] Základní vybavení přístrojového potápěče je všeobecně známé, proto bude v této kapitole uvedeno specifické vybavení pro technické potápění.

Suchý potápěčský oblek

Dnes již standartním vybavením pro potápění ve studených vodách je membránový suchý potápěčský oblek. Mnohé firmy zhotovují běžně potápěčské obleky na míru v konfiguraci, kterou si zvolí sám jeho budoucího uživatele. Lze se rozhodnout mezi krční manžetou neoprenovou nebo latexovou. Obě varianty přináší své klady i zápory. Další volitelnou součástí obleku je volba obuvi. Bota může být integrovaná nebo samostatná. U integrované obuvi je součástí obleku bota (holínka), která má často vnitřní neoprenovou vrstvu. Ve druhém případě je oblek zakončen neoprenovou ponožkou, na kterou se obouvá bota. Boty jsou šněrovací nebo na suchý zip a jejich výhodou je snížení rizika náhlého průniku vzduchu z obleku do nohou. To může způsobit závažnou potápěčskou nehodu.

Dopouštěcí a přetlakový ventil obleku má standardní přípojku identickou s příjoukou hadice k dofukování křídla. Je umístěn na středu hrudi, pro snadnější manipulaci při všech potřebných úkonech, jako dofukování, připojování nebo odpojení přívodní hadice. Musí být otočný bez jakékoli přídavné pojistky. Přetlakový ventil je umístěn tak, aby potápěč musel zaujmout při vypouštění jinou polohu paže. Ve většině případů je umístěn v horní části levé paže. Oproti tomu potápěči používající u většiny ponorů podvodní skútr, preferují vypouštěcí ventil na pravé paži. Ovládním je myšleno zaujímání polohy, ve které lze vzduch z ventilu vypouštět, nikoli zavírání ani otevírání. [17]

Většina suchých obleků má již dnes vsíté šle, které umožňují nošení obleků do půl těla. To je výhodné především při cestě na lokalitu nebo při odpočinku mezi ponory. Pro pánskou část potápěčské komunity je vhodné, při déle trvajících ponorech, nainstalovat do obleku uroventil.

Podoblek je nutná výbava pro zajištění tepelného komfortu potápěče a zamezení vzniku podchlazení. Membránový suchý oblek, neposkytuje téměř žádnou termoizolační vlastnost. Důležitou vlastností podobleku je odvádění

potu od těla. I v případě zatopení suchého obleku, by si měl podoblek v kombinaci s použitím termoprádla, udržet dobré tepelně izolační vlastnosti. Určení podobleku je indikováno jeho gramáží. 100,200 nebo 400 gramů. Pro zvýšení tepelného komfortu potápěče je možné zajistit dofukování obleku z argonové přídatné tlakové nádoby. Argon má nižší tepelnou vodivost než vzduch, a proto se chlad dostane k tělu později. Další možností zvýšení tepelného komfortu potápěče je použití vyhřívacích systémů, které jsou dnes již dobře dostupné. Vyrábějí se kompletně vyhřívané podobleky, nebo jen příslušenství jako jsou rukavice, ponožky nebo samostatné vyhřívací vesty.

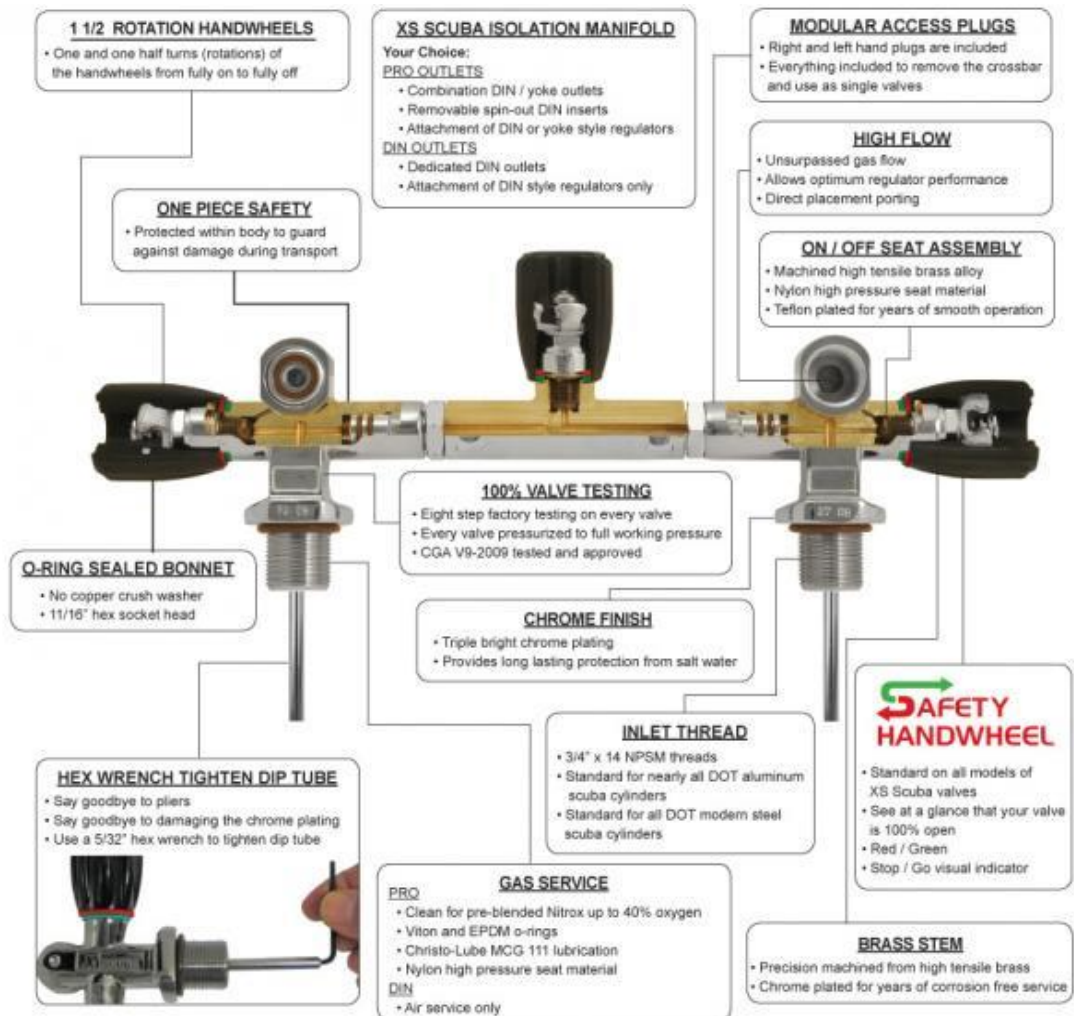
Dvojče s manifoldem

Twin set, český název dvojče, označuje dvě láhve vzájemně propojené izolovaným můstkem, a v pozici pevně držené vhodnými skružemi z nerezové oceli. Lahve obsahují vždy jen jediný druh dýchané směsi. [17, 81]

Volba velikosti objemu použitých lahví záleží na typu ponoru a týmové standardizaci. Krátké lahve s velkým průměrem ztěžují nalezení stabilní a rovnovážné pozice, proto je vhodné volit raději lahve menšího průměru, ale větší délky. To zajistí nejen stabilní polohu při ponoru, ale přispěje i k snadnější manipulaci při oblékání a svlékání výstroje a ke zlepšení hydrodynamiky. Ventily lahví dvojčete jsou z bezpečnostních důvodů propojeny manifoldem. Průtok plynu v něm je navíc možné přerušit izolátorem. Funkcí izolovaného můstku je umožnit přístup k veškerému dýchacímu médiu v zásobnících na zádech prostřednictvím jediné automatiky a zamezení jeho ztrátě v případě závady, či ztrátu dýchacího média alespoň omezit. Každý potápěč musí být schopen dosáhnout na ventily a ovládat je. Pokud jsou všechny ventily otevřeny, dýchá potápěč z obou lahví. V provozním stavu je připravena současně plicní automatika instalovaná ke každému vývodu tlakové lahve.

Pokud zavřeme přívod k pravému prvnímu stupni, lze veškerý objem vzduchu v zásobnících vyčerpat prostřednictvím záložní automatiky. Pokud je

uzavřen přívod k levému prvnímu stupni, lze vydýchat veškerý objem dýchacího média primární plicní automatikou. Pokud je uzavřený manifold, lze dýchat z každé tlakové lahve separovaně, za použití plicní automatiky připojené k příslušné tlakové lahvi. To však vyžaduje vybavení obou lahví manometrem.



Obrázek 2 - Manifold [2]

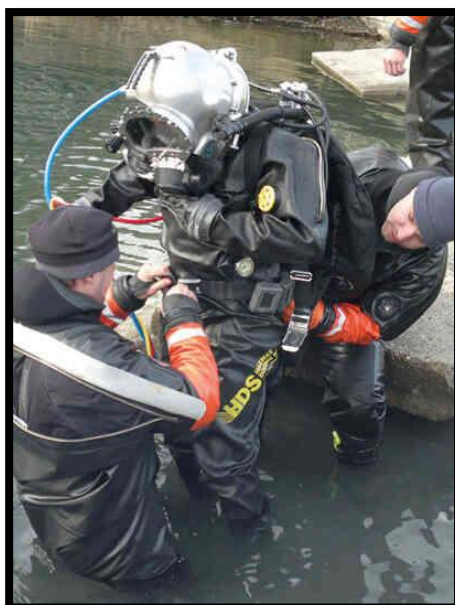
Systém uzavírání a využití kombinací lahví a metoda vyměňování automatik je složitá a vyžaduje specifický výcvik. Při neznalosti používání manifoldu a nevhodné manipulaci s ním, může zejména u nezkušených potápěčů, dojít k nehodě se smrtelnými následky. Důkazem toho byla nehoda rekreačního potápěče na Orlíku v listopadu 2020.

3.4.3 Přilbové potápění

Přilbové potápění je potápěčskou činností, při které je potápěč zcela izolován od okolního prostředí, díky dokonale těsnící potápěčské přilbě v kombinaci se suchým oblekem. Účelem je výkon předem určených pracovních úkonů pod vodou, obvykle servisu či oprav vodních děl, vodních elektráren, technických zařízení a prací v kontaminované vodě. Rozhodujícím prvkem potápěčské výzbroje je použití potápěčské přilby. Nejčastěji se jedná o výrobky firmy Kirby-Morgan, COMEX, Deepsea DSL v kombinaci se suchým oblekem izolujícím potápěče od okolní kontaminované vody. Potápěčská přilba je zhotovena z pevných plastických materiálů s průzorem z lexanu, vybavena je výkonným dýchacím regulátorem a vnitřním akustickým komunikačním systémem. Do potápěčské přilby je přiváděna náležitá plynová směs, odpovídající operační hloubce pracovního ponoru, dodávaná speciální tlakovou hadicí z povrchu nebo z potápěčské tlakové lahve, kterou má potápěč na zádech.

Podnětem pro rozvoj přilbového potápění u HZS ČR byly následky povodní v roce 2002. Došlo k zaplavení čtrnácti chemických provozů a dopady na životní prostředí i na chemický průmysl byly alarmující. Nejzávažnější mimořádnou událostí byl únik chlóru ze Spolany Neratovice, a.s. do vody. Při zásahu potápěčů došlo k narušení potápěčských obleků a jejich poleptání. [20]

Metoda přilbového potápění se nejvíce rozvíjela na vrtných věžích, tam byla využívána spolu se saturačním potápěním. Potápěč může díky dokonalé izolaci těla od okolního prostředí pracovat nejen ve vodách velmi studených, ale i ve vodách silně kontaminovaných chemickými, biologickými, nukleárními a radioaktivními látkami. Příkladem zásahu potápěčů v nukleární vodě byl zásah tří potápěčů při záchranných a likvidačních pracích v jaderné elektrárně v Černobyli. Dnešní technologie výstroje a metodiky pro přilbové potápění značně pokročila.



Obrázek 3 - Přilbový potápěč HZS ČR [20]

Kontrolní panel Kirby Morgan slouží k ovládní dodávky vzduchu z hladiny k potápěči. Řídí přívod dýchacího média potápěče, zajišťuje komunikaci s potápěčem a sleduje operační hloubku, v které se potápěč nachází. Může současně umožnit komunikaci se dvěma potápěči jak dvoužilovým, tak i čtyřžilovým systémem.



Obrázek 4 - Přilba a ovládací panel Kirby Morgan [21]

U přilbového potápění je přívod dýchacího média zajištěn z nízkotlakého kompresoru na břehu, nebo z vysokotlaké nádoby, kterou má potápěč na zádech. Nastavitelná automatika prvního stupně systémů KMACS 5 snižuje vysoký tlak média dodávaného kabelem na středotlak. Tento systém může být taktéž použit

s dodávkou média přímo z kompresoru. Kompletní systém je vybaven dvěma tlakoměry (oba jsou USA Standard i metrický), stejně tak jako uzavírací / vypouštěcí s-ventil, který umožňuje výměnu tlakové lahve za provozu. Pro zajištění bezpečnosti každý systém umožňuje zavření přívodu média potápěče uzavíracím ventilem. Komunikaci mezi potápěčem a pozemní obsluhou zajišťuje „telefonní“ linka, která může propojit, kromě pozemní obsluhy i více potápěčů. Kabel je dlouhý 100 m, ale doporučená operační hloubka je podle výrobce 40 m. [21]



Obrázek 5 - Automobil TA – L2 [21]

Opěrné body HZS Olomoucký kraj a HZS Královéhradecký kraj byly vybaveny prostředky pro práci v kontaminovaných vodách. Speciální obleky pro potápění odolné chemikáliím, jsou srovnatelné s obleky splňující standardy protichemických obleků používaných hasiči. Každý z výše uvedených opěrných bodů obdržel vozidlo pro přepravu potápěčů a jejich materiálu, které jim současně slouží pro zázemí v místě konání zásahu. [20]

Jedná se o speciálně upravený automobil TA – L2 na podvozku Benz Sprinter 519 CDI s pohonem 4x4, speciální úprava zahrnuje:

- čtyři obleky pro přilbové potápění Viking HDS1500
- dvě přilby Kirby Morgan KM 77 SS s příslušenstvím pro přilbové potápění
- elektrocentrála, vysokotlaký kompresor pro doplňování lahví
- lanový naviják
- prostředky umožňují použití dálkové i autonomní dodávky dýchacího média
- zařízení pro akustické spojení pozemní obsluhy s potápěči pod vodou
- je určeno pro přepravu tříčlenné posádky
- možnost uložení a přepravy šesti potápěčů
- dvě výbavy pro speciální druhy potápěčských zásahů

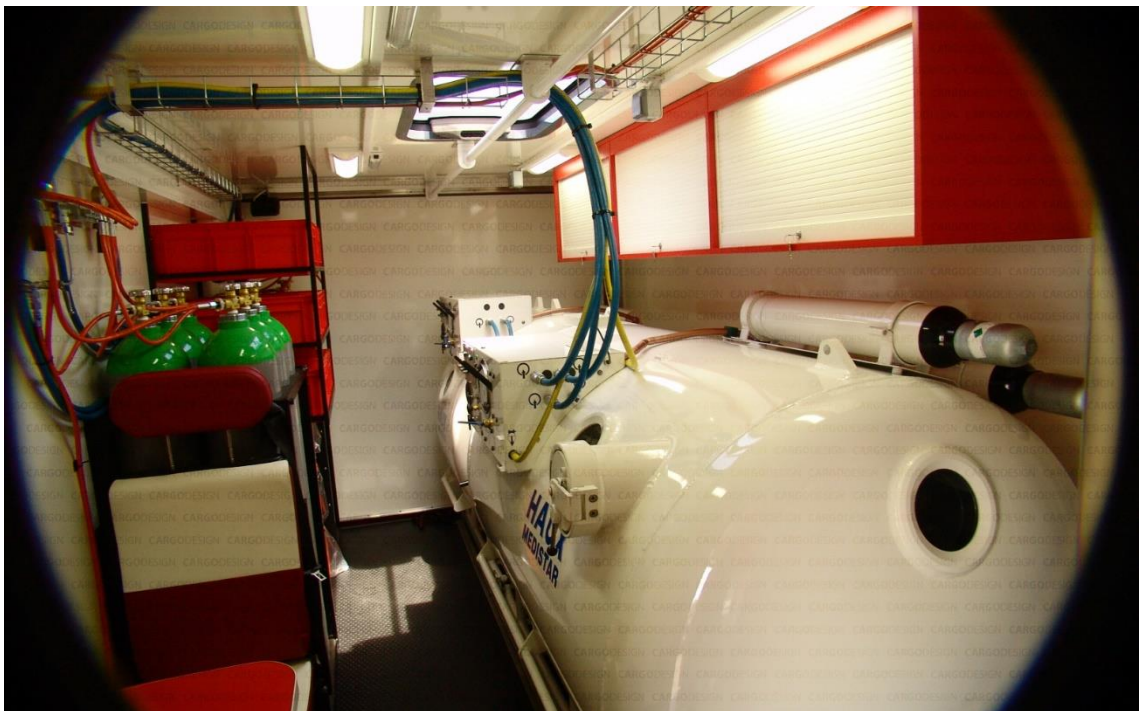
3.4.4 Hyperbarická komora

Dekompresní (hyperbarická) komora je velká tlaková nádoba, kterou lze hermeticky uzavřít a vytvořit v ní přetlak několika atmosfér. Potápěčům slouží k léčení dekompresní nemoci, což je zastavení průtoku krve krevním řečištěm bublinkami dusíku, popřípadě jiných obtíží v souvislosti s hyperbarickým prostředím.

Speciální nástavba na podvozku MB Atego je určena pro hasičský záchranný sbor. V přední části nástavby jsou sedadla pro záchranáře a úložné prostory pro vybavení. Zadní část nástavby je vybavená barokomorou, kde se provádí dekomprese osob. Celá barokomora se dá v případě nutnosti rychlého transportu vysunout z nástavby a letecky transportovat do nemocnice.[36]



Obrázek 6 - Mobilní komora HAUX [21]



Obrázek 7 - Mobilní barokomora HAUX [21]

4 METODIKA

V rámci zpracování diplomové práce byly v teoretické části práce využity zejména všeobecně teoretické metody, které mají univerzální použití ve výzkumu. Byla použita metoda rešerší odborné literatury, strategií a koncepcí k problematice hyperbarického prostředí, předurčenosti potápěčských skupin a využívání technických prostředků při řešení mimořádných událostí pod vodní hladinou. Ke splnění cíle praktické části byla použita metoda kvantitativního výzkumu. Byla provedena analýza statistických údajů HZS ČR, výcvikových metodik, koncepcí pro činnost potápěčských skupin a kazuistik na danou problematiku. Na základě analýzy získaných informací byla provedena jejich komparace.

Byli porovnány poznatky v oblasti hyperbarické medicíny, nové trendy pracovního potápění a jeho technického vybavení. Výsledky jsou prezentovány prostřednictvím grafů a tabulek. Následuje situační analýza připravenosti potápěčských skupin HZS, jejich materiální vybavení, rozmístění výcviku a oprávněnost k různým typům zásahů pomocí SWOT analýzy. Jsou definována možná rizika pro zasahující potápěče. Na základě této analýzy jsou zjištěny slabé stránky, silné stránky, příležitosti a hrozby, a jsou navržena opatření ke zlepšení celého procesu.

5 VÝSLEDKY

5.1 Kazuistiky

5.1.1 Cvičení Voda 2016

Cvičení proběhlo dne 7.6.2016 v Olomouci. Tématem simulace bylo podezření z mikrobiologické kontaminace pitné vody ve vodovodním řádu Olomouce následkem technologické chyby ČOV Olomouc. [27]

Úkolem složek IZS při cvičení Voda 2016:

- zásah pod vodní hladinou v kontaminované vodě ČOV
- zajištění nouzové dodávky vody
- průběžný odběr a analýzy vzorků
- procvičení kooperace lezecké a potápěčské skupiny
- prověření potápěčské skupiny Olomouckého kraje
- prověření spolupráce při krizové situaci s vodoprávním úřadem
- prověřit spolupráci při krizové situaci s orgány ochrany veřejného zdraví [27]



Obrázek 8 - Spolupráce přílbového potápěče s lezeckou skupinou [27]

Účastníci cvičení:

- vodárenský dispečink
- potápěčská skupina HZS Olomouc
- pracovníci Krajské hygienické stanice
- provozovatelé vodovodní a kanalizační sítě Moravská vodárenská a.s.
- orgány krizového řízení města Olomouc
- chemická laboratoř z Frenštátu pod Radhoštěm
- příslušníci Záchraného útvaru Hlučín
- pracovníci HZS Moravskoslezského kraje [27]



Obrázek 9 - Příslušník HZS ČR obsluhující panel Kirby Morgan [27]

Zásah provedly skupiny:

- dekontaminační skupina – vytyčila nebezpečnou zónu a postavila dekontaminační stanoviště,
- lezecká a potápěčská skupina
 - lezecká skupina připravila prostor pro sestup potápěče do odpadní jámy, vytvořila kladkostroj, kterým byl potápěč jištěn při sestupu a po ukončení cvičení byl vytažen z vodní hladiny,
 - potápěčská skupina zajistila oblečení potápěče do středně těžkého potápěčského obleku, přetlakové přilby, zajistila jeho spojení s obsluhou a vybavila ho povrchovou dodávkou vzduchu. [27]

Hasiči na místě cvičení dále spolupracovali také s pracovníky ČOV, kteří regulovali proces čištění odpadních vod tak, aby umožnili co nejsnazší vyhledání závad hasičskou potápěčskou skupinou. V areálu ČOV bylo současně zřízeno dekontaminační stanoviště. [27]



Obrázek 10 - Dekontaminace potápěče po ponoru [27]

5.1.2 Vytažení lodi Jickovice

Příkladem technického zásahu potápěčské skupiny byl dne 5.9.2020 zásah v katastru obce Jickovice. Na přehradě Orlík došlo k potopení šestimetrového plavidla. Bylo nutné zajistit provozní palivo z nádrže, aby nedošlo ke kontaminaci vody a plavidlo vyzdvihnout na hladinu a odtáhnout do přístavu. Zásah provedla potápěčská skupina HZS Jihočeského kraje, složená z hasičů ze stanic České Budějovice, Český Krumlov a Písek. Podzemní podporu zajišťovali profesionální hasiči z Milevska, kteří by řešili případný únik provozních kapalin. Potápěčský průzkum zjistil, že loď uvízla v hloubce 20 m, zakleslá na šikmém podvodního svahu. Prvním úkonem bylo zajištění plavidla proti dalšímu pádu do hloubky a pro zajištění bezpečnosti potápěčů během zásahu. Viditelnost v tomto období na lokalitě Orlík je velmi špatná. Viditelnost u hladiny do hloubky 20 m se pohybuje od 0 m do 1 m. V hloubkách pod 20 m je pak

viditelnost zhruba do 2 m. Z toho důvodu bylo rozhodnuto, že potápěči provozní loď pomocí zdvihacích vaků vyzvednou na hladinu. Na hladině došlo k odčerpání paliva z nádrže a vody z podpalubí kalovým čerpadlem a následnému úplnému vyzdvižení lodi na hladinu. Loď byla pak odtažena do přístaviště. [28]



Obrázek 11 -Vyzdvižení lodi pomocí zvedacích vaků a jeřábu [28]

5.1.3 Cvičení v Hranické Propasti

Příkladem odborné přípravy v užívání nových technik potápění u HZS ČR, bylo cvičení Hranická Propast v září 2019. Podnětem byla velká záchranná akce v Thajsku při záchraně dětí z jeskynního systému. Prostředí Hranické propasti bylo ideálním prostředím k simulaci takové mimořádné události. Hranická propast se současně naměřenou hloubkou 473,3 m je světovým unikátem. Podle

některých odhadů může však její skutečná hloubka být až 1200 m. Hladina jezírka, které slouží jako vstup do celého jeskynního systému, je na dně 34 m širokého jícnu v hloubce 104 m, což velmi komplikuje samotný přístup k hladině a dopravu potápěčské výbroje. Jezírko obsahuje vlažnou uhličitou minerálku, silně proplyněnou oxidem uhličitým, což samo o sobě přináší značné komplikace. Úkolem cvičení byla záchrana a vynesení dvou osob z jeskynního systému. [29]

Účastníci cvičení:

- speleo-potápěči České speleologické společnosti
- příslušníci potápěčských skupin HZS Olomouckého kraje
- příslušníci potápěčských skupin HZS Hl. m. Prahy
- příslušníci PČR OSPČV
- ČSS ZO 7-02 Hranický kras
- instruktoři potápění opěrných bodů s předurčeností,, P'' HZS ČR
- Cvičení bylo organizováno prostřednictvím Generálního ředitelství HZS ČR [29]



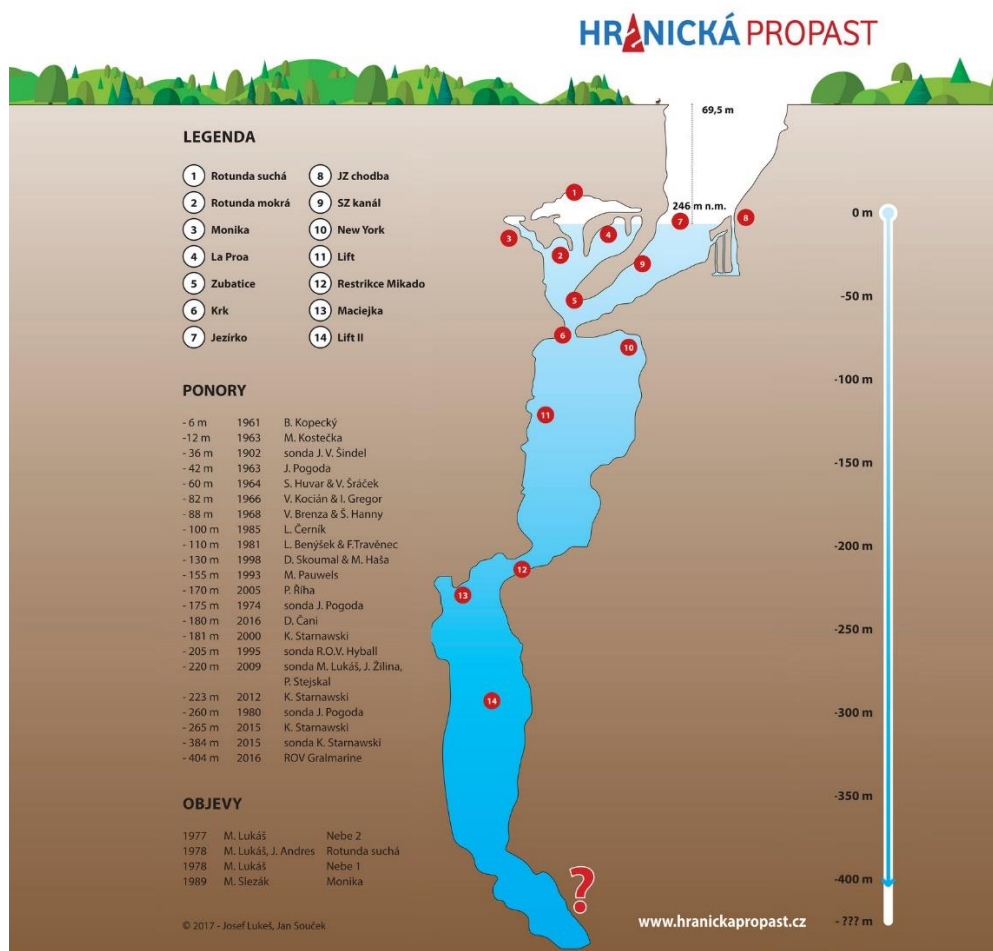
Obrázek 12 - Příprava a kontrola potápěčů na hladině [29]

První den cvičení proběhlo:

- seznámení s lokalitou
- bezpečnostní školení
- představení strategie záchranné akce
- plánování ponoru do 50 m
- zkušební ponor

Druhý den cvičení proběhlo:

- reálná simulace záchranné akce, vynesení dvou osob s poškozením dolních končetin na hladinu, ze suché části jeskyně s názvem Rotunda
- trasa průstupu Rotunda suchá část, Rotunda mokrá, sifon Zubatice a Severozápadní kanál.
- transport postižených osob suchou částí jeskyně na povrch a předání k transportu do zdravotnického zařízení



Obrázek 13 - Hranická propast – schéma jeskynního systému [37]

5.2 Analýza činnosti potápěčských skupin

5.2.1 Analýza typů zásahů prováděných potápěči HZS ČR

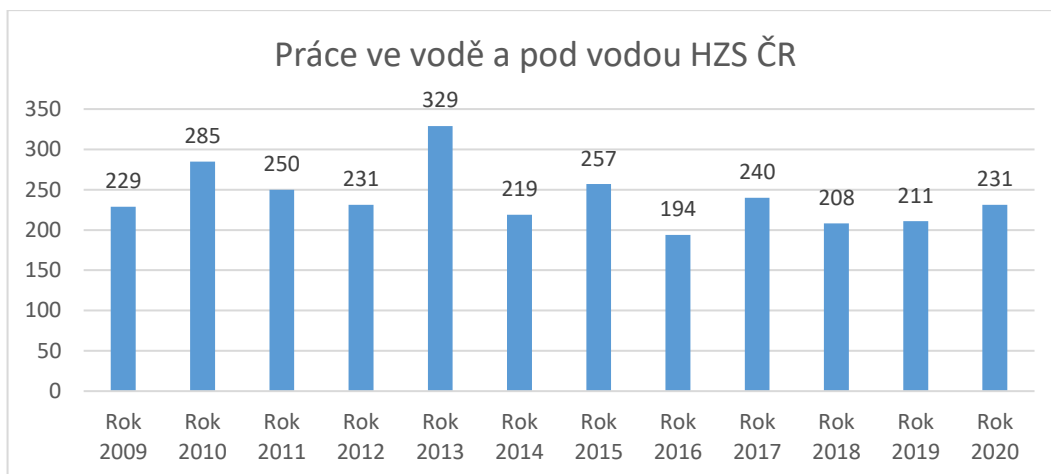
Podíl opěrných bodů potápěčských skupin na zásahové činnosti se v letech 2014–2019 vyprofiloval takto:

- Vyzvedávání dopravních prostředků
- Vyhledávání a záchrana osob
- Technické zásahy

Tabulka 3 - Analýza četnosti zásahů v letech 2009-2020

	HZS ČR		JSDH obcí		HZS podniků		SDH	Celkem	
	Počet	Ind. %	Počet	Ind. %	Počet	Ind. %	Podniků	Počet	Ind. %
Rok 2009	229	105	234	296	5	250	0	468	157
Rok 2010	285	124	319	136	3	60	0	607	130
Rok 2011	250	88	130	41	4	133	57	441	73
Rok 2012	231	92	91	70	1	25	25	348	78
Rok 2013	329	142	288	316	2	200	5	624	179
Rok 2014	219	67	104	36	1	50	1	325	52
Rok 2015	257	117	72	69	3	300	1	333	102
Rok 2016	194	75	103	70	2	150	0	299	90
Rok 2017	240	124	93	90	2	100	0	335	112
Rok 2018	208	87	85	91	3	150	3	299	89
Rok 2019	211	101	90	106	1	33	2	304	102
Rok 2020	231	109	160	178	1	100	2	394	130

Vyzvedávání dopravních prostředků představuje technicky náročný zásah. Díky četnosti těchto zásahů byla stanovena podmínka splnění vazačských zkoušek u všech potápěčů. Jedná se o případy vytahování vozidel, plavidel, zemědělské techniky, nebo dokonce autobusu.



Obrázek 14 - Graf vývoje zásahů v letech 2009–2020 [vlastní]



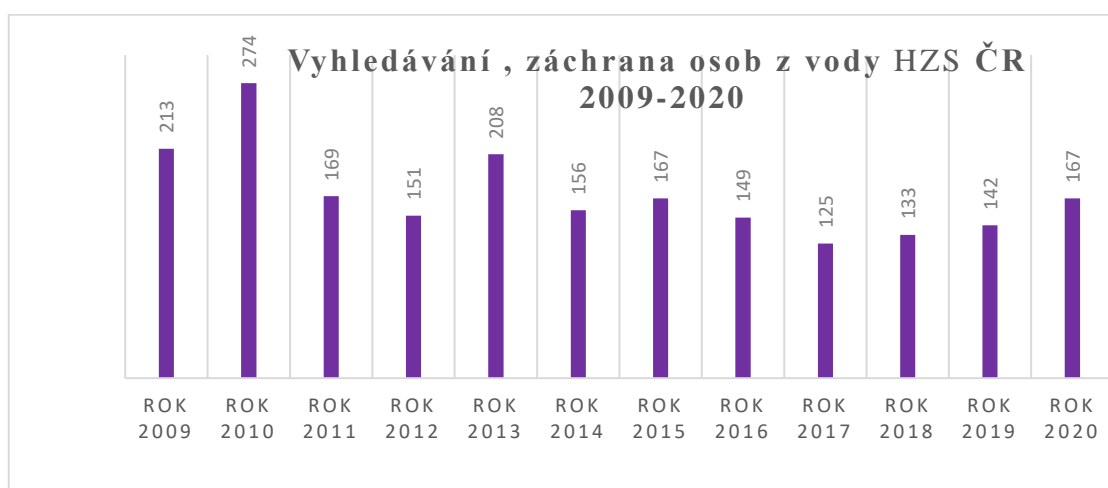
Obrázek 15 - Graf podílů typů zásahu na celkovém množství [vlastní]

Vyhledávání a záchrana osob z vody je typickou zásahovou činností zejména v jarních a letních měsících a na zamrzlých hladinách v důsledku:

- Rozdílů teploty vzduchu a vody (unáhlený vstup do studené vody)
- Delším pobytem (šoku, nebo hypotermie organismu, selhání srdce)
- Absence záchranných vest (rybáři, vodáci či děti)
- Konzumace alkoholu a omamných látek
- Zdravotní komplikace utonulých.
- Propadnutí do ledu

Tabulka 4 - Vyhledávání a záchrana osob z vody [vlastní]

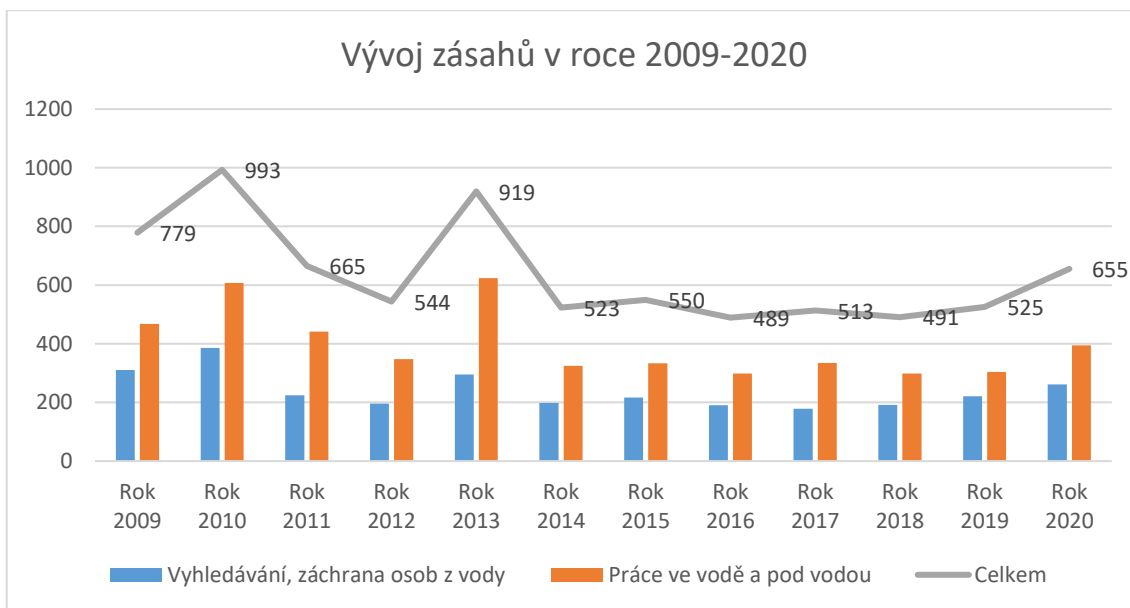
	HZS ČR		JSDH obcí		HZS podniků		SDH	Celkem	
	Počet	Ind. %	Počet	Ind. %	Počet	Ind. %	Počet	Počet	Ind. %
Rok 2009	213	115	92	224	6	300	0	311	136
Rok 2010	274	129	104	113	8	133	0	386	124
Rok 2011	169	62	45	43	3	37	7	224	58
Rok 2012	151	89	39	87	1	33	5	196	87
Rok 2013	208	138	86	221	1	100	0	295	151
Rok 2014	156	75	42	49	0	0	0	198	67
Rok 2015	167	107	49	117	0	0	1	217	110
Rok 2016	149	89	40	123	1	0	0	190	88
Rok 2017	125	84	53	133	0	0	0	178	94
Rok 2018	133	103	56	106	2	x	1	192	108
Rok 2019	142	107	73	130	0	0	6	221	115
Rok 2020	167	118	93	127	0	x	1	261	118



Obrázek 16 - Podíl záchrany osob a vyhledávání osob [vlastní]

Tabulka 5 - Podíly zásahů podle jednotlivých druhů [vlastní]

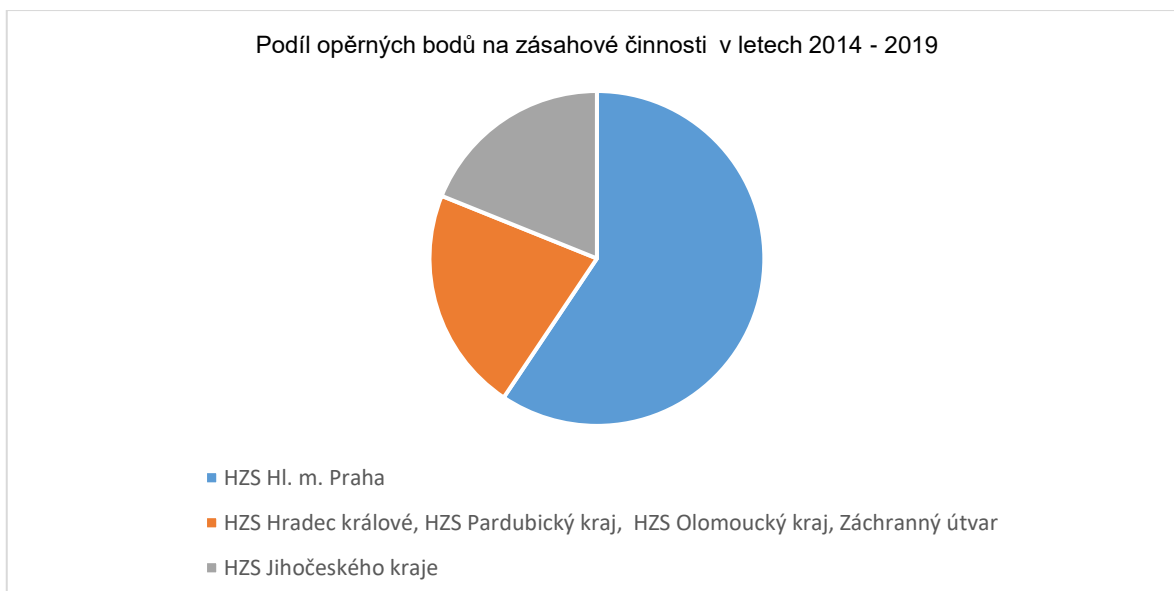
Rok	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Práce ve vodě a pod vodou	468	607	441	348	624	325	333	299	335	299	304	394
Vyhledávání záchrana osob z vody	311	386	224	196	295	198	217	190	178	192	221	261
Celkem	779	993	665	544	919	523	550	489	513	491	525	655



Obrázek 17 - Graf podily zásahů 2009–2020 [vlastní]

Tabulka 6 - Podíl potápěčských skupin na zásahové činnosti [vlastní]

Podíl zásahové činnosti v letech 2009-2020	Podíl v procentech
HZS Hl. m. Praha	59,4
HZS Hradec králové, HZS Pardubický kraj, HZS Olomoucký kraj, Záchranný útvar	21,7
HZS Jihočeského kraje	18,9



Obrázek 18 - Podíl OP na zásahové činnosti [vlastní]

5.2.2 Analýza sil a prostředků opěrných bodů s předurčeností, P“

Tabulka 7 - Přehled potápěčů podle kvalifikací a OP [vlastní]

	Potápěč I	Potápěč II	Potápěč III	Instruktor	Celkem
HZS hl. m. Prahy		10	9	7	26
HZS Královéhradeckého kraje		2	2	2	6
HZS Pardubického kraje	1	1	7	3	12
HZS Olomouckého kraje		5	2	1	8
HZS Jihočeského kraje	3	6	3	6	18
ZÚ HZS ČR	1		1	2	4
Celkem HZS	5	24	24	21	74

HZS má čtyři opěrné body a potápěčskou skupinu ZÚ HZS ČR:

HZS hl. m Praha – disponuje 26 potápěči, zajištění zásahového obvodu ve 3 směnách, 10 potápěčů P2, 9 potápěčů P3 a 7 instruktorů

HZS Královéhradecký kraj – disponuje 6 potápěčů, zajištění zásahového obvodu ve směně A, 2 potápěčů P2, 2 potápěčů P3 a 2 instruktorů

HZS Pardubický kraj – disponuje 12 potápěči, zajištění zásahového obvodu ve směně B a C, 1 potápěč P1, 1 potápěčů P2, 7 potápěčů P3 a 3 instruktory. Zajišťuje přilbové potápění pro potápění ve velmi kontaminovaných vodách.

HZS Jihočeský kraj – disponuje 18 potápěči, zajištění zásahového obvodu ve 3 směnách. 3, 3 potápěče P1, 6 potápěčů P2, 3 potápěče P3 a 6 instruktorů

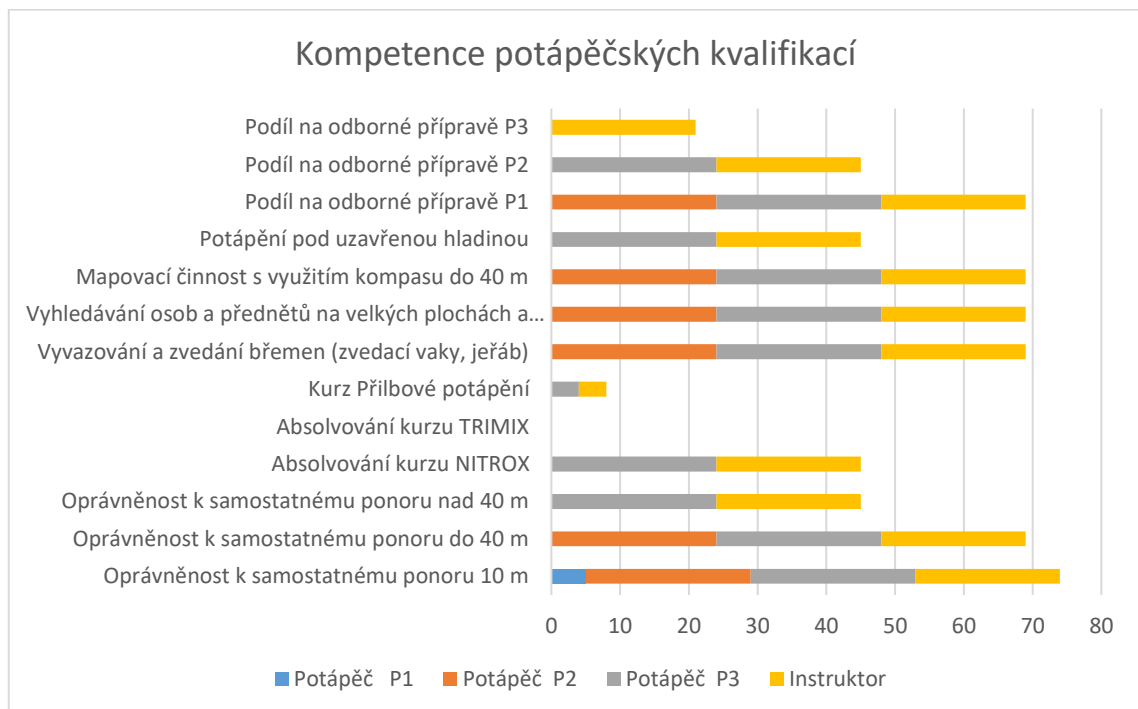
HZS Olomouckého kraje – disponuje 8 potápěči, zajištění zásahového obvodu ve směně A, 5 potápěčů P2, 2 potápěčů P3 a 1 instruktor. Zajišťuje přilbové potápění pro potápění ve velmi kontaminovaných vodách.

Poslední a zároveň nejnovější potápěčská skupina je tvořena potápěči ze ZÚ, která je mimo systém opěrných bodů, zajišťuje výcvik a rovněž se podílí na zásahové činnosti.

Potápěčské skupiny zajišťují svůj zásahový obvod opěrného bodu samostatně a zásahový obvod zbytku ČR kooperativně. Zásahové obvody opěrných bodů znázorňuje níže uvedená mapa:



Obrázek 19 - Mapa pokrytí ČR opěrnými body HZS ČR [HZS JčK]



Obrázek 20 - Kompetence podle kvalifikací potápěčů [vlastní]

Graf na obrázku 19 a níže znázorněná tabulka popisuje kompetence jednotlivých kvalifikačních stupňů v návaznosti na počet potápěčů disponujících příslušným oprávněním, což ovlivňuje možné nasazení potápěčů pro různé typy mimořádných událostí.

Tabulka 8 - Kompetence potápěčských kvalifikací [vlastní]

	Potápěč P1	Potápěč P2	Potápěč P3	Instruktor	Celkem
Oprávněnost k samostatnému ponoru 10 m	5	24	24	21	74
Oprávněnost k samostatnému ponoru do 40 m		24	24	21	69
Oprávněnost k samostatnému ponoru nad 40 m			24	21	45
Absolvování kurzu NITROX			24	21	45
Absolvování kurzu TRIMIX					0
Kurz Přilbové potápění			4	4	8
Vyvozování a zvedání břemen (zvedací vaky, jeřáb)		24	24	21	69
Vyhledávání osob a předmětů na velkých plochách a v proudu		24	24	21	69
Mapovací činnost s využitím kompasu do 40 m		24	24	21	69
Potápění pod uzavřenou hladinou			24	21	45
Podíl na odborné přípravě P1		24	24	21	69
Podíl na odborné přípravě P2			24	21	45
Podíl na odborné přípravě P3				21	21

Analýzou dat v tabulce č. 8, bylo zjištěno, že pro složité zásahy, ať už se jedná o potápění v kontaminovaných vodách, nebo potápění s uzavřenou hladinou (jeskyně, vraky, pod ledem), je v současné době k dispozici celkem 45 potápěčů s dostatečnou kvalifikací. Potápěči s kvalifikací P2 v počtu 24 potápěčů, mohou zasahovat v méně složitých případech. Potápěči s certifikací P1, v počtu 5 potápěčů, se zúčastňují pouze výcviku, popřípadě jako pozemní personál.

5.2.3 Analýza výcvikových kurzů potápěčských kvalifikací

Kurzy pro získání potápěčských kvalifikací mají časovou dotaci 40 hodin. Časové dotace jednotlivých kurzů jsou uvedeny v kapitole 4 v rozsahu 40 h,

výjimkou kurzu P2. Výjimkou tvoří kurz P2, kdy je v časové dotaci v kapitole 4 uveden rozsah 40 h, avšak v osnovách výcviku v kapitole 8 vychází po revizi 41 h. Rozdíl je způsoben rozdílným uvedením časové dotaci pro výcvik lanových technik.

Tabulka 9 -Výcvikové kurzy potápěčských kvalifikací [vlastní]

	Potápěč P1		Potápěč P2		Potápěč P3		Instruktor		Nitrox		Přilbové potápění	
	teorie	praxe	teorie	praxe	teorie	praxe	teorie	praxe	teorie	praxe	teorie	praxe
Zahájení kurzu organizační záležitosti, kontrola výstroje			1		1		1	1	1		1	
Předpisy a normy					1							
Opakování a prohlubování, nové poznatky a předpisy							5	3				
Metodika výcviku							10	12				
Vstupní testy, plavecké disciplíny, záchrana	0,5	3	1	1								
Historie potápění, kvalifikace HZS , výcvikové systémy	2											
Komunikace pod vodou	1		1		1							
Potápěčská technika – obecné seznámení	2											
Fyzika v potápění	2		3		3				3			
Plánování ponoru – spotřeba vzduchu	1											
Anatomie a fyziologie v potápění	2		3		2							
Potápěčské nehody a nemoci	2		2	2	3							
Potápěčská technika – funkce plicní automatiky	2											
Speciální potápěčská výstroj			2	1	3				1			2
Potápění v uzavřených prostorách					3							
Práce v kontaminovaných vodách				1	1							1
První pomoc KPCP	2	2										
Dekompresní výpočty pro používanou směs	1,5	1							2		3	
Práce s lanem a uzlování	1	1	2									
Hygiena a údržba výstroje		3										
Velitel zásahu a organizace místa zásahu			2									
Protipovodňová ochrana, vodní díl, konstrukce, typy			2									
Vyhledávání předmětů a osob			1	1								
Úvod do potápění NITROX									2			
Použití a manipulace s kyslíkem									1			
Konfigurace povrchové dodávky dýchacího média											5	
Povinnosti obsluhy pultu											1	
Fyziologické aspekty kyslíku									3			
Výcvikový ponor č. 1	3	1				4						
Výcvikový ponor č. 2	1	1				4						
Výcvikový ponor č. 3		1				4						
Výcvikový ponor č. 4		1				4						
Zkušební ponor 5.ponor												
Praktický výcvik				9						10		7
Závěrečná zkouška	2	1	3	2	3	2	4	4	1	1	1	2
Ukončení kurzu			1		1						1	
Celkem teorie / praxe	25	15	24	17	22	18	20	20	13	11	12	12
Celkem časová dotace kurzu	40		41		40		40		24		24	
Počet dnů	5		5		5		5				3	

5.3 Analýza technického zajištění potápěčských skupin

Rychle se vyvíjející technologie spolu s finanční dostupností výrazně přispělo i ke změnám ve výzbroj potápěčských skupin HZS České republiky.

Tabulka 10 - Vybavení opěrných bodů věcnými prostředky [vlastní]

Vybavení opěrných bodů	Automobil	Barokomora	Celoobličejová maska	Vysokotlaký kompresor	Plnění Nitrox	přilba Kirby Morgan	Viking HDS
HZS hl. m. Prahy	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano		
HZS Královéhradeckého kraje	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano		
HZS Pardubického kraje	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	2	4
HZS Olomouckého kraje	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	2	4
HZS Jihočeského kraje	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano		
ZÚ HZS ČR	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano		

Potápěči disponují osobními prostředky jako jsou:

- suchými obleky výrobců: Ursuit a Ansell Protective Solutions
- celoobličejové masky, těžké technické ploutve k suchému obleku
- tlakové lahve (dvojčata) s dvěma ventily a manifoldem
- osobní počítače s možností využití pro více druhů dýchacích směsí

Společným vybavením opěrných bodů:

- HZS Olomouc a HZS Pardubice disponuje vždy po čtyřech kusech suchých obleků VIKING HDS s použitím do silně kontaminovaných vod
- HZS Olomouc a HZS Pardubice disponuje vždy dvěma přilbami Kirby Morgan
- Všechny opěrné body mají k dispozici vozidlo přizpůsobené pro zázemí potápěčů v terénu a přepravu jejich výstroje.
- Každý opěrný bod disponuje mobilní barokomoru, kterou lze v případě potřeby přepravit v podvěsu helikoptéry.

- Potápěči jsou vybaveni, záchrannými prostředky (lana, karabiny, plováky, zvedací vaky různých objemů apod.)
- Potápěči jsou vybaveni pracovní techniku pod vodní hladinou (řezací a svařovací technika) a čluny Zodiac a Pioneer Multi
- ZÚ HZS ČR disponuje vybavením shodným s vybavením opěrných bodů, navíc disponuje podvodním robotem

5.4 Analýza zdravotní způsobilosti a prevence potápěčů

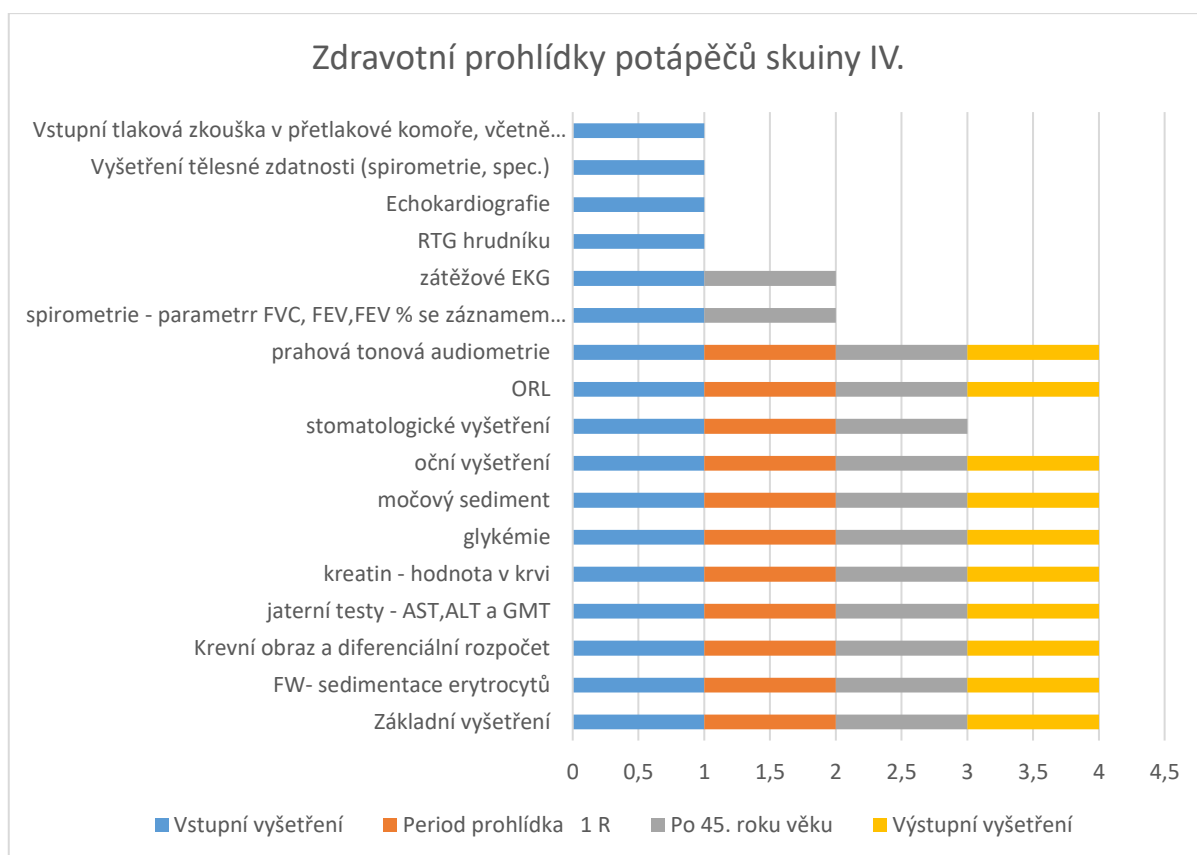
Na základě rozhodnutí v řízení podle §82 odst. 2 písm. c) zákona č 258/200 Sb.

Rozhodl orgán veřejného zdraví MV o zařazení prací v hyperbarickém prostředí:

- práce v prostředí nad 400kPa, tedy nad 40 m, o zařazení do kategorie 4 rizikových prací.
- práce v prostředí do 400kPa, tedy do 40 m, o zařazení do kategorie 3 rizikových prací.

Tabulka 11 - Přehled lékařských vyšetření pro rizikovou skupinu 4 [vlastní]

Práce ve zvýšeném tlaku vzduchu nad 400 kPa (nad 40 m)				
	Vstupní vyšetření	Periodická prohlídka 1 R	Po 45. roku věku	Výstupní vyšetření
Základní vyšetření	1	1	1	1
FW – sedimentace erytrocytů	1	1	1	1
Krevní obraz a diferenciální rozpočet	1	1	1	1
játerní testy – AST, ALT a GMT	1	1	1	1
kreatin – hodnota v krvi	1	1	1	1
glykémie	1	1	1	1
močový sediment	1	1	1	1
oční vyšetření	1	1	1	1
stomatologické vyšetření	1	1	1	
ORL	1	1	1	1
prahová tónová audiometrie	1	1	1	1
spirometrie – parametr FVC, FEV, FEV % se záznamem křivky průtok-objem	1		1	
zátěžové EKG	1		1	
RTG hrudníku	1			
Echokardiografie	1			
Vyšetření tělesné zdatnosti (spirometrie, spec.)	1			
Vstupní tlaková zkouška v přetlakové komoře, včetně dýchání kyslíku ve zvýšeném parciálním tlaku (simulace setupu)	1			



Obrázek 21 - Zdravotní prohlídky potápěčů skup.4 [vlastní]

Výše uvedeným rozhodnutím byly stanoveny minimální náplně a lhůty lékařských preventivních prohlídek osob, které vykonávají potápěčské činnosti v rámci opěrného bodu HZS Jihočeského kraje. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 11 a na obrázku č. 21.

Druhy vyšetření příslušníků potápěčských skupin:

Vstupní prohlídka

- je podmínkou pro zájemce o zařazení do kurz
- jeho cílem je odhalit onemocnění, která by mohlo přinést zvýšené riziko poškození zdraví
- jeho výsledkem je závěr, zda vyšetřovaný je schopen potápění v podmínkách HZS ČR
- jeho platnost je platná 12 m od data vydání rozhodnutí

Periodická prohlídka

- je prováděna s cílem zhodnotit případné změny zdravotního stavu

- cílem je zjištění zdravotních obtíží, které by mohli mít vliv na bezpečnost potápěče
- je prováděna v intervalech 12 měsíců

Mimořádná prohlídka

- je prováděna v souvislosti výskytu závažných komplikací, které mohli vzniknout v souvislosti s ponorem

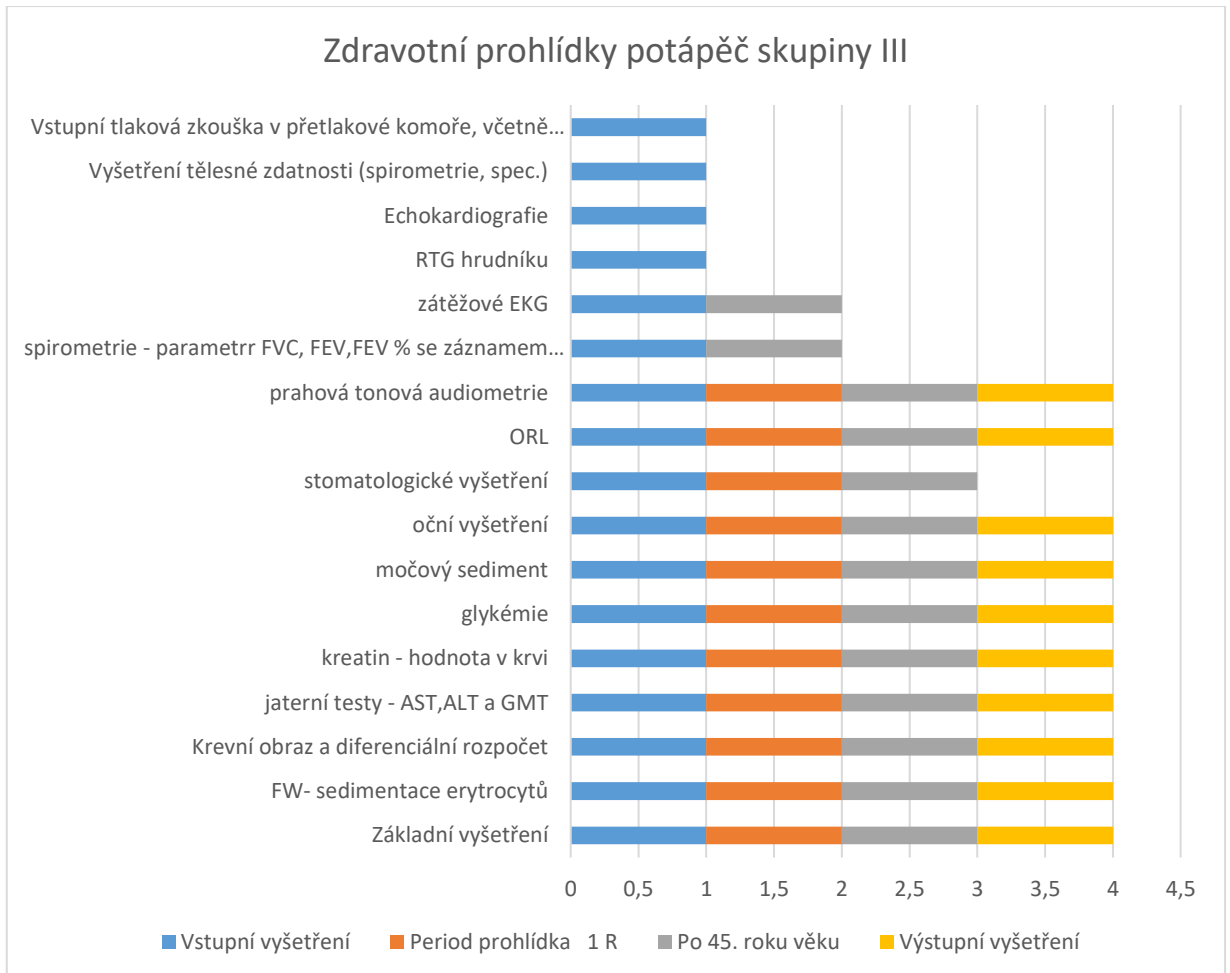
Výstupní prohlídka

- je prováděna při ukončení potápěčské činnosti potápěče
- cílem je prověřit případné změny zdravotního stavu

Tabulka 12 - Přehled lékařských vyšetření pro rizikovou skupinu 4 [vlastní]

Práce ve zvýšeném tlaku vzduchu do 400 kPa (do 40 m)				
	Vstupní vyšetření	Periodická prohlídka 1 R	Po 50. roku věku	Výstupní vyšetření
Základní vyšetření	1	1	1	1
FW – sedimentace erytrocytů	1	1	1	1
Krevní obraz a diferenciální rozpočet	1	1	1	1
žatelné testy – AST, ALT a GMT	1	1	1	1
kreatin – hodnota v krvi	1	1	1	1
glykémie	1	1	1	1
močový sediment	1	1	1	1
oční vyšetření	1	1	1	1
stomatologické vyšetření	1	1	1	
ORL	1	1	1	1
prahová tónová audiometrie	1	1	1	1
spirometrie – parametr FVC, FEV, FEV % se záznamem křivky průtok-objem	1		1	
zátěžové EKG	1		1	
RTG hrudníku	1			
Echokardiografie	1			
Vyšetření tělesné zdatnosti (spirometrie, spec.)	1			
Vstupní tlaková zkouška v přetlakové komoře, včetně dýchání kyslíku ve zvýšeném parciálním tlaku (simulace setupu)	1			

V rámci vstupní prohlídky je provedeno vyšetření PFO u všech potápěčů v rámci simulovaného ponoru v přetlakové komoře Kubeck s.r.o. v hyperbarické komoře HAUX-STARMED 2200, jež je uzpůsobena do přetlaku 5,5 barů, dimenzována pro 12 sedících pacientů. V případě akutní potřeby Kubeck s.r.o. disponuje i hyperbarickou komorou DRAGER, která je uzpůsobena do přetlaku 10 barů.

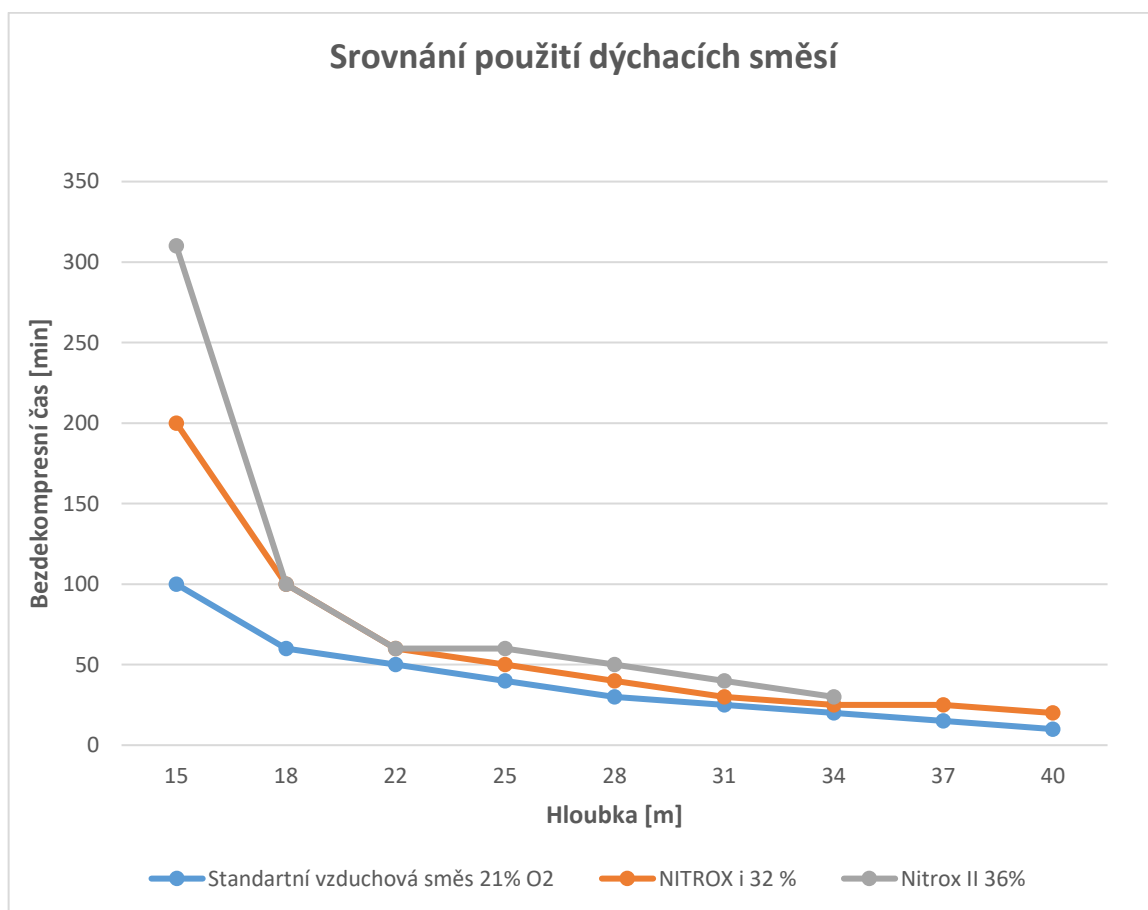


Obrázek 24 - Zdravotní prohlídky potápěčů skup. 3 [vlastní]

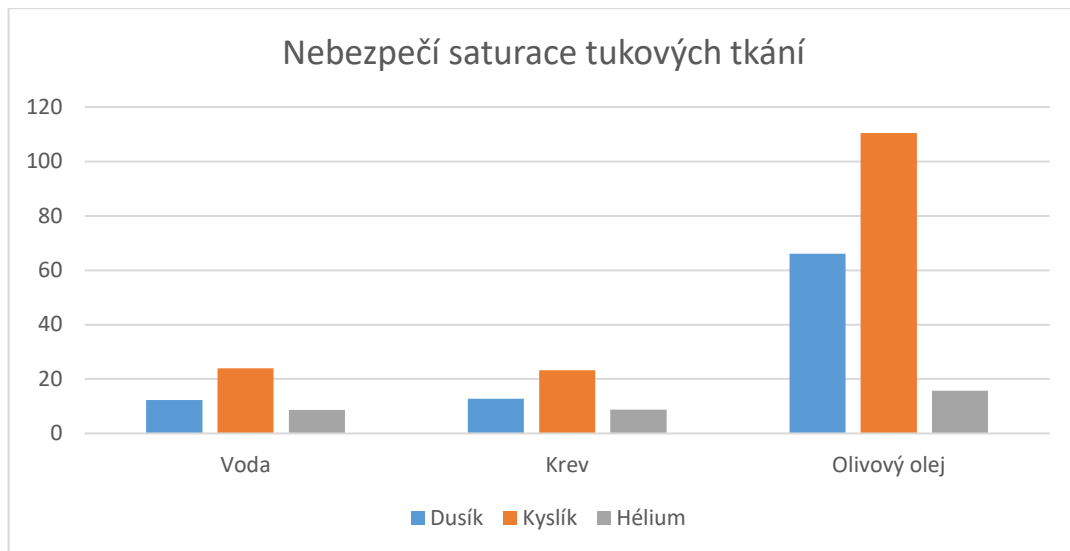
O potápěčských zásazích vedených s použitím NITROXU jako s hlavním dýchacím médiem, nebo jako dekompresním médiem, nejsou vedeny statistiky. Například u HZS Jihočeského kraje, kde jsem prováděla osobní šetření, se NITROX u zásahů i přes své výhody používá velmi málo. Největší zastoupení jeho využití je jako dekompresní médium směsi EAN 50 a 100 % O₂.

Výhody směsi NITROX jsou tedy následující:

- Prodloužení nulového času (bez nutnosti dekomprese)
- Zkrácení dekompresních zastávek v případě jejich nutnosti
- Snížení saturace tkání dusíkem
- Snížení rizika tvorby dusíkových mikrobublin
- Minimalizace rizika hloubkového opojení
- Následné snížení rizika vzniku DCI
- Redukce zbytkového dusíku ve tkáních po ponoru
- Zkrácení povrchových intervalů pro opakované ponory
- Snížení tělesné únavy po ponoru



Obrázek 22 - Bezdekompresní časy dýchacích médií [vlastní]



Obrázek 23 - Srovnání saturace vody, krve a oleje dusíkem [vlastní]

Z obrázku 23 je zřejmé, že dusík se skvěle rozpouští v olivovém oleji, který může sloužit jako kapalina modelující tukové tkáně lidského těla. Pravděpodobnost vyšší saturace dusíkem a s tím zvýšené riziko dekompresní nehody hrozí osobám s vyšší podílem tělesného tuku.

5.5 Metoda WHAT If

- Co se stane, když dojde k mimořádné události s únikem nebezpečné chemické látky na území pokrytí opěrného bodu s předurčeností, P“, který nedisponuje s výstrojí pro přilbové potápění?
 - Opěrné body disponují potápěči oprávněnými k zásahu v kontaminovaných vodách a kompetentními k použití výstroje pro přilbové potápění
 - Na vyžádání, bude přilba Kirby Morgan a řídicí panel zapůjčeny z opěrného bodu disponujícího touto výstrojí
- Co se stane, když dojde k mimořádné události vyžadující hloubkový ponor?
 - Příslušníci potápěčských skupin HZS ČR nejsou vycvičeni k hloubkovým ponorům vyžadujících použití směsi Trimix

- Budou povolání potápěči OSPČV PČR z Brna, kteří jsou k používání směsí Trimix vyškoleni
- Co se stane, když dojde k dekompresní nehodě při zásahu potápěčů HZS ČR v nepřístupném terénu a bude třeba rychlý přesun do zdravotnického zařízení?
 - Přesun pacienta mobilní barokomorou po pozemní komunikaci, by byl příliš časově náročný a nerovnosti terénu by mohly způsobit sekundární uvolnění mikrobublin
 - Potápěč bude neodkladně deponován v přetlakové mobilní komoře
 - Bude přivolán vrtulník
 - Mobilní komora bude vysunuta a v podvěsu vrtulníku převezena do příslušného zdravotnického zařízení
- Co se stane, po přesunu mobilní barokomory s potápěčem? Snížení tlaku a přesun potápěče do stacionární barokomory, by způsobilo zhoršení jeho zdravotního stavu?
 - Mobilní barokomora i stacionární barokomora jsou vybaveny kompaktními přírubami, které lze vzájemně připojit, bez nutnosti snížení tlaku v mobilní barokomoře.
- Co se stane, když léčba potápěčské nehody bude vyžadovat dekompresní komoru o vyšším přetlaku, než mají mobilní dekompresní komory HZS ČR?
 - Hyperbarická komora HAUX-STARMED 2200 je uzpůsobena do tlaku 5,5 barů
 - Barokomora Dräger je uzpůsobena do tlaku 10 barů
 - Barokomora Dräger se na oddělení hyperbarické a potápěčské medicíny v Oblastní nemocnici Kladno a.s.

- konzultace specialista na potápěčské nehody a hyperbarickou medicínu MUDr. Štěpán Novotný, telefonu 602389807 kdykoli v případě akutní potřeby

5.6 SWOT analýza pro připravenost potápěčských skupin HZS

Tabulka 13 - SWOT analýza /vlastní/

	Pomocné (k dosažení cíle)	Škodlivé (k dosažení cíle)
	STRENGTHS (silné stránky)	WEAKNESSES (slabé stránky)
Interní prostředí	Zavedení nových směrů v potápění DIR, přilbové potápění, NITROX	Provádění zásahů překračující kompetence z důvodů prodlení
	Zřízení opěrného bodu ZÚ Hlučín	Obtížnost predikce zásahů
	Pravidelná tematická cvičení	Nedostatečná časová dotace výcvikových kurzů
	Pokrytí ČR opěrnými body s předurčeností P	Vybavení pro přilbové potápění jen dvou opěrných bodů s předurčeností P
	Koncepce výcviku a přípravy záchrany osob na vodní hladině	Hasiči v zásahu
	Vybavení pro činnost při MU	
Externí prostředí	OPPORTUNITIES (příležitosti)	THIREATS (hrozby)
	Navýšení počtu potápěčů s kvalifikací P3	Povodně velkého rozsahu
	Možnost využití kapacity potápěčských skupin mimo HZS ČR (Speleologové, P3 a Instruktoři rekreačních výcvikových systémů)	Narušení hrází významných vodních děl
	Zavedení nových kurzů (Sidemount, TRIMIX)	Kontaminace vodního prostředí vlivem havárií velkého rozsahu
	Zabezpečení finančních prostředků pro rozšíření výzbroje pro přilbové potápění	Teroristický útok
	Provádění výcviku v hyperbarické komoře	Hyperbarické prostředí

Silné stránky

Strategie vývoje pokrytí České republiky opěrnými body HZS ČR definuje oblasti, na které je nutné se zaměřit vzhledem k rozloze vodních ploch. V roce 2012 byli vyškoleni dva příslušníci potápěčských skupin pro přilbové potápění společností Kirby Morgan, pro potápění v kontaminovaných vodách. Sbor instruktorů zařadil problematiku nově se vyvíjejících oborů potápění do výcviku kurzů. Dalším pozitivním ukazatelem je organizování pravidelných cvičení, které simulují možné typy zásahů pod vodní hladinou ve spolupráci se specialisty pro příslušnou oblast. HZS ČR v současnosti disponuje materiálním vybavením (čluny, ochranné obleky, svítilny, plovací vest) pro činnost nejen pod vodní hladinou, ale i pro činnost při mimořádných událostech spojených s vodním prostředím.

Slabé stránky

Činnost potápěčských skupin HZS je v porovnání s ostatními úkoly HZS ČR pouze okrajová, bohužel časová a finanční náročnost pro zajištění činnosti těchto složek je stále velmi vysoká. Možnosti jednotlivých skupin jsou při pokrytí potápěčské činnosti různým způsobem omezené (počet a kompetence potápěčů, vybavení), predikce a rozsahu mimořádných událostí v jednotlivých správních obvodech opěrných bodů HZS ČR je nemožná. Určité procento zásahů lze předpokládat v letních a jarních obdobích, kdy je velká rozdílnost teploty vody a vzduchu, nebo možnost vzniku mimořádných událostí na zamrzlých vodních plochách především v Jihočeském kraji v oblasti Lipenské přehrady. Možnost vzniku mimořádných událostí s nutností zásahu potápěčských skupin s využitím výstroje pro práce v kontaminovaném prostředí lze na vyžádání. Toto vybavení je k dispozici pouze v opěrném bodě HZS Olomoucký kraj a HZS Pardubický kraj. Zapůjčením vybavení může dojít k časovému zprodlení s následkem ohrožení obyvatel a životního prostředí.

Hrozby

Primární hrozbou pro zasahující potápěče je hyperbarické prostředí samotné, vyžadující dobrou fyzickou a psychickou odolnost, materiální zajištění a kvalitní výcvik. V budoucnu, i přes veškerá legislativní opatření v oblasti prevence závažných havárií, mohou vznikat nehody, působící kontaminaci vodního prostředí nebezpečnými chemickými látkami. Narůstající hrozba teroristických útoků sebou přináší i možnost záměrné snahy ohrožení zdraví, života obyvatelstva a životního prostředí vlivem kontaminace vodních toků, zdrojů pitné vody nebo ohrožení vodních děl. Nelze také opomenout hrozby v souvislosti s možností vzniku povodní velkého rozsahu. Všechny tyto události, by vyžadovali zásah kvalitně připravených a dostatečně vybavených potápěčů.

Příležitosti

Připravenost na zásahy pod vodní hladinou je základní příležitostí pro zvládnutí těchto událostí. Mezi krátkodobá opatření můžeme zařadit ekonomické nástroje pro pořízení specializované výstroje. Příležitostí je spolupráce s potápěčskými skupinami PČR při zvládnutí těchto událostí a docílení kompatibility jejich vybavení a praktických postupů při různých druzích zásahů. Neopomenutelnou příležitostí ke zvládnutí mimořádných událostí je provádění tematických cvičení spolu s ostatní složkami IZS, popřípadě předávání zkušeností v rámci přeshraniční spolupráce. Z dlouhodobého hlediska je žádoucí navýšení počtu potápěčů s vyššími kvalifikačními stupni (P3 a Instruktor), rozšíření časových dotací výcvikových kurzy a zavedení nových kurzů jako je například Sidemount nebo volné potápění.

5.7 Specifikace nejvýznamnějších rizik pro zasahující potápěče

Podle enviromentálního prostředí

- Potápění ve studených vodách a bez přístupu k volné hladině
- Potápění v bakteriálně kontaminovaných vodách
- Potápění v chemicky kontaminovaných vodách
- Potápění v nukleárně kontaminovaných vodách
- Potápění ve zdrojích či rezervoárech čisté vody
- Potápění v tekoucí vodě (proudy)

Typy zásahů z hlediska psychické zátěže chyby potápěče

- Práce v nulové viditelnosti
- Zásahy při vyprošťování utonulých osob
- Zásahy v kontaminovaných vodách
- Zásahy neodpovídající kvalifikaci potápěče

Podle fází ponoru potápěče:

- **Kompresní fáze** – přetížení potápěče, podtlaková Barotraumata, dusíková narkóza, toxický účinek kyslíku, selhání funkční způsobilosti výstroje a techniky
- **Izokompresní fáze** - -dusíková narkóza, toxický účinek kyslíku, ztráta vědomí ve velké hloubce, hyperkapnie, hypoxie CNS, nervový syndrom vysokého tlaku (hloubkové potápění s héliem), uvíznutí v překážkách pod vodou, selhání funkční způsobilosti potápěčské výstroje a techniky
- **Dekompresní fáze** – přetlakové barotraumata, dekompresní nemoc, nesprávná realizace nebo záměna při výměně dekompresních dýchacích plynů, selhání funkční způsobilosti potápěčské výstroje a techniky

6 DISKUZE

6.1 Diskuze rozbor analýzy potápěčských skupin HZS

Potápěčské činnosti patří mezi okrajové činnosti, na které se HZS ČR zaměřuje a které vykonává, i přesto se jedná o činnost velmi potřebnou. Na přehradách a jezerech se postupně zvyšuje počet motorových i nemotorových plavidel. Plavební správa registruje meziroční nárůst nově zapsaných plavidel o 555 lodí. [33] Proto je možné předpokládat, že četnost zásahů potápěčských skupin se bude navyšovat.

Opodstatnění rozmístění a využitelnosti hasičských potápěčů potvrzuje i analýza vodních ploch z hlediska možného nasazení potápěčské skupiny HZS Jihočeského kraje, která uvádí, že v posledních letech značně přibývá motorových plavidel, a to díky zvyšující se oblibě vodního motorismu, především na přehradní nádrži. Se záměrem splavnění toku Vltavy až do Českých Budějovic tento trend dále poroste. V souvislosti s provozem především motorových vodních plavidel vyvstávají dvě zásadní rizika. První je nebezpečí úrazu a následné tonutí osob v přímé souvislosti v provozem plavidla. Druhé pak možnost kontaminace vodního zdroje provozními náplněmi plavidla. Samozřejmostí je pak vyhledání a vyzvednutí plavidla, pokud dojde k jeho potopení. [24]

Rozdělení potápěčských skupin na 4 opěrné body typu C napříč celou českou republikou je v současné době velmi zdařilé. Díky tomu je logistika zahájení zásahů mnohem rychlejší, což je výhodou. Nejenom zřízení, ale především další rozvoj a využití potápěčů HZS je z výše uvedených důvodů zřejmé. Vzhledem k větším vzdálenostem k možnému místu nasazení od místa opěrného bodu, je uvažována spolupráce s policejními potápěči zásahových jednotek či policejními potápěči z Brna. Samozřejmostí je i povolávání hasičských potápěčů sousedních opěrných bodů. Pro časové zkrácení přepravy na velké vzdálenosti

k potápěčskému zásahu, byla při cvičení IZS na přehradě Hracholusky vyzkoušena i letecká doprava vrtulníkem.

Švédská hasičská potápěčská družstva využívají takové druhy rychlého přesunu běžně. Potápěčská služba u švédských HZS se začala objevovat během šedesátých let minulého století. V současnosti má potápěčskou službu pro hloubkové potápění 18 sborů z dnešních 210 sborů HZS ve Švédsku. Základní jednotkou potápěčské služby je tzv. potápěčské družstvo. Toto družstvo se skládá z velitele družstva, dvou potápěčů a dvou asistentů, a svou velikostí odpovídá standartnímu hasičskému družstvu 1+4. Velitel družstva a oba potápěči musejí mít certifikát pro profesionální potápění, a to minimálně třídu A (ponory do hloubky 40 m) nebo B (ponory do hloubky 50 m). Typickou ukázkou zásahu švédského potápěčského družstva je např. událost z ledna r. 2005, kdy osobní automobil po smyku na namrzlé vozovce sjel z nábřežní komunikace do vody. Potápěčské družstvo dorazilo na místo události po 13 minutách. První potápěč zahájil ponor 40 sekund po příjezdu. Během následujících 30 sekund lokalizoval automobil v hloubce čtyř metrů. Po další méně jak jedné minutě dostal společně s druhým potápěčem řidičku vozidla, jež nejevila známky života, na břeh. Tato řidička je dnes plně uzdravená a bez jakýchkoliv následků. Ve Švédsku se stává ročně několik takovýchto případů, kdy rychlý zásah potápěčských družstev zachrání lidské životy. [34]

Mnoho sborů HZS Švédska díky velké finanční náročnosti na přístrojové potápěče, sází na univerzální hasičská družstva schopna zásahu za pomoci volného potápění do hloubky 4 m. Volné potápění – tak jak jej regulují předpisy – lze použít u dvou nejčastějších typů zásahu na vodní hladině: osob, jež se propadly ledem, či vozidel, které sjely z hráze. Samotný postup záchrany pomocí volného potápění spočívá v nasazení dvou záchranářů, jež se střídají v ponorech po maximálně 30 sekundách, a zároveň se jistí. Při kontrolních testech tohoto postupu docházelo k záchraně osob z vozidel v hloubce 3–4 metrů do 5 minut.

Technické zásahy jsou významnou skupinou činnosti potápěčských skupin. Spolupráce s vodohospodáři probíhá již od roku 2010. Nedílnou součástí akceschopnosti je spolupráce s rozmanitou škálou dalších specializací, jako jsou například lezci, střelmistři, dekontaminační odřady. Kooperace probíhá i v rámci IZS především s potápěči PČR. Obě tyto složky se vzájemně doplňují. Vzhledem k absenci právní úpravy potápěči HZS ČR nemohou zajišťovat stopy pod vodní hladinou. Po nalezení a označení místa nálezů předávají případ PČR, která místo ohledá a zajistí důkazní dokumentaci. Potápěčská družstva ve švédsku se řídí metodikou pro příslušný typ zásahu. Pro jednotlivé druhy zásahů je sestaven 200stránkový manuál, jež popisuje např. zásah u záchraně osob z automobilů pod vodní hladinou, či postupy při zásazích v dekontaminované vodě. Vzhledem k možné paletě zásahů umožňuje metodika pro potápěčská družstva zásahy jak s jedním, tak i dvěma potápěči. [34]

Celá řada lokalit či míst v České republice, která vyžadují zásah, jsou nebezpečná pro svůj charakter uzavřené hladiny s nemožností přímého výstupu k povrchu, případně velké hloubky (pod 40 metrů). Dalšími místy, kde při potápění není možný okamžitý přístup k hladině, jsou čističky odpadních vod a různé jímky. Zde můžeme předpokládat vznik tragické události při propadnutí a následného tonutí osob. Tyto stavby se nacházejí prakticky na celém území kraje, především v okolí větších měst. [24]

Z toho vyplývá nutnost použít pro tyto zásahy zvláště vyškolené a vycvičené potápěče, což jsou v rámci HZS ČR potápěči s odbornou kvalifikací potápěč III. stupně a potápěč instruktor. Jak vyplývá z tabulky číslo 7, potápěčské skupiny disponují celkem 45 potápěči těchto kvalifikací. Možnost vzniku neštěstí či technické havárie, vyžadující přítomnost potápěčů, se vyskytuje i na všech vodních dílech. Zde se předpokládá opět práce v uzavřených vodních prostorech. Na území ČR se také nacházejí některé lokality, které se vyznačují velkými hloubkami (hloubka větší než 40 m). [24]

Jak uvádí ředitel územního odboru Jihlava plk. Ing. Petr Kotinský, Ph. Dr:

„Samozřejmě je i v této specializaci HZS ČR celá řada věcí, které by se mohly zlepšit, ať už se to týká výbavy potápěčů, důslednější přípravy, většího počtu kvalitních instruktorů. Domnívám se, že dostačující není ani počet hasičů-potápěčů. Aby mohla být zajištěna jejich činnost ve všech směnách, bylo by jich potřeba více,“

Z porovnání kompetencí operačních hloubek zásahů přípustných pro kvalifikační stupně u švédských a českých potápěčských družstev je zřejmé, že pro ponory do hloubky 40 m korespondují certifikace A nebo B (ponory do hloubky 50 m) ve Švédsku s potápěčskými kvalifikacemi P2, P3, a I u nás. Zásadní rozdílnost je však v délce výcviku pro tyto kvalifikace. Obě certifikace A i B je možné získat po absolvování osmi-týdenního kurzu. Velitel družstva musí mít kromě certifikátů A nebo B ještě dvoutýdenní velitelský kurz. [34]

Z tabulky číslo 9 vyplývají časové dotace kurzů P2, P3 a I u HZS ČR jen v rozsahu 40 h. Krizové potápění klade vysoké požadavky nejen na fyzickou, ale i psychickou odolnost a soustavnou přípravu. Z vlastní zkušenosti vím, že zvládnutí dovedností a jejich zafixování tak, aby byl potápěč schopen je aplikovat při simulovaném ponoru, natož v extrémní situaci je mnohem delší. Musíme však přihlídnout k faktu, že do kurzů P1 vstupují příslušníci HZS ČR s předchozí zkušeností z rekreačního potápění a současně ještě prochází přípravným obdobím jako potápěč-čekatel. Významnou roli v odborné přípravě plní taktická a prověřovací cvičení pořádaná Sborem instruktorů, která, však vyžadují rozsáhlé organizační přípravy a technické, materiální a zdravotní zajištění.

6.1.1 Vyhodnocení hypotézy 1 zásahy

Hypotéza 1: *Předpokládejme, že pokrytí potápěčských skupin a jejich výcvik je dostatečný pro všechny typy mimořádných událostí.*

Potápěčské skupiny pokrývají území České republiky v každém čase, ale pro některé typy zásahů je možné vyslat jen potápěče s kvalifikačními stupni P3 a I,

kterých je u HZS ČR v současné době 45. Zajištění pokrytí celého území České republiky v každém čase je zajištěno. Výcvik potápěčů pro specializované kurzy je zajištěno specializovanými kurzy přilbového potápění a potápěním s Nitrox.

Hypotéza 1: je tím potvrzena

6.2 Diskuse k materiálnímu zabezpečení potápěčských skupin

Potápěčská činnost je zaměřena na záchranu osob z vody, pátrání po pohřešovaných osobách, pátrání po předmětech, plnění úkolů v rámci IZS, plnění úkolů na vyžádání právnických a fyzických osob. Díky typům zásahů prováděných potápěči HZS ČR se v posledních letech zvýšil podíl technických zásahů, to vedlo k rozvoji technického a přilbového potápění. Tato technologie, která je u HZS ČR zaváděna, čerpá z poznatků při potápění na vrtných věžích. Důvodem je hlavně skutečnost, že potápěč je od okolního prostředí zcela izolován a může tak pracovat i v prostředí vysoce nebezpečným pro lidský organismus, v němž limity škodlivých látek, chemických, biologických, radioaktivních a nukleárních (CBRN), překročily stanovenou mez. Jedná se o zásahy ve vodách kontaminovaných toxickými, jedovatými, kyselými nebo zásaditými látkami. Může se jednat o nejrůznějších průmyslových provozy, čističky odpadních vod, nebo například havárii vlivem enviromentálních hrozeb. Únik toxicky nebezpečných látek do vodních prostředí vyžaduje zásah kvalitně vystrojeného potápěče. Dokonalá izolace od okolního prostředí sníží současně stresový faktor i při kontaktu s biologickým materiálem, kterým je například vyhledávání utonulých osob a jejich vyzvedávání.

Kromě již zmíněné možnosti použití do prostředí nebezpečných látek, je jejich předností i naprosto bezproblémová komunikace s ostatními kolegy prostřednictvím kabelu, doba pobytu pod vodou díky povrchové dodávce vzduchu hadicí není omezena jako u klasického potápění, navíc v případě

jakékoliv nehody mohou kolegové na povrchu ihned podniknout kroky k záchranné akci. [20]

Vzhledem k čím dál častějším zásahům v kontaminovaném prostředí, nejen pod vodní hladinou, ale i v případě hladinových zásahů, by bylo prozíravé celý proces materializace opěrných bodů pro výkon činnosti v tomto prostředí urychlit. To znamená dovybavení všech opěrných bodů technikou pro přilbové potápění. Zvýší se tím nejen vlastní bezpečnost již vycvičeného a zkušeného příslušníka, ale i možnost efektivnějšího a rychlejšího zásahu. Opěrné body již disponují potápěči, kteří jsou pro takovou činnost vycvičeni, čeká se jen na dodání přileb Kirby Morgan včetně ovládacích panelů pro opěrné body HZS Jihočeský kraj a HZS Hl. m. Praha. Bohužel jedinou překážkou k dokončení tohoto procesu je vysoká finanční náročnost tohoto vybavení. Přilba pro tento druh potápění představuje částku zhruba 238 000,- Kč a ovládací panel k tomuto zařízení představuje částku 253000,- Kč. Podle informací HZS Jihočeského kraje, bylo přislíbeno pořízení tohoto vybavení do konce roku 2023 pro všechny opěrné body s předurčeností, P“.

Další možností rozvoje může být využití systému Sidemount a jeho zařazení mezi speciální kurzy pro kvalifikační stupně od kvalifikace P2. V podstatě by bylo nutné doplnit výstroj o kompenzační vesty. Potápěč má lahve podél těla a pod rameny, první stupně obou lahví má přímo před očima. V první řadě mu to umožňuje lepší kontrolu množství vzduchu, druhou výhodou je lepší manipulace s ventily tlakových lahví v případě zamrznutí nebo jiné závady. Dalším pozitivem je, že tlakové lahve si pod vodou lze bez menších problémů vyměňovat mezi dvěma potápěči. Manipulace při vstupu a výstupu z vody je jednodušší a nevyžaduje velkou fyzickou zátěž na potápěče a zvyšuje mobilitu ve špatně přístupných lokalitách. Osobně provádím výcvik s konfigurací dvoje 2x12 l, a tak dobře vím, že motorika a fyzická zátěž při cestě do vody je velmi náročná. U systému sidemoun je volnost a stabilita při plavání ve vodě srovnatelná s potápěním na nádech. Další možnou výhodou je prostupnost

v uzavřených nebo polouzavřených prostorách, jako jsou vraky, jeskynní systémy a štoly. Nevýhodou tohoto systému je nutnost střídavého dýchání vyžadující střídání druhého stupně automatik po 50 bar v první fázi ponoru a následně po 30 bar. To vyžaduje nutnost speciálního pravidelného tréninku a jisté riziko při nekompetentním využívání této techniky.

Při výcviku uchazečů o certifikaci P1 není použití této výstroje instruktorem vhodné ze dvou důvodů. Frekventant se učí odpozorováním, což při použití jiného vybavení, než má frekventant není možné. Druhým důvodem je, že lahve v boční konfiguraci překáží při bližším kontaktu s buddym, který je u začínajících potápěčů nezbytný. V ostatních případech se mi tento systém z mnoha důvodů velmi osvědčil. Zavedení tohoto druhu potápění, by nepřinášelo nijak velké finanční zatížení. Jedinou částí výstroje, kterou je nutné doplnit, jsou kompenzační vesty, ostatní vybavení je kompaktní s vybavením pro DIR potápění.

6.2.1 Vyhodnocení hypotézy 2

Hypotéza 2: *Předpokládejme, že materiálního zabezpečení potápěčských skupiny je dostatečné k zajištění všech typů mimořádných událostí v hyperbarickém prostředí.*

Materiální připravenost jednotek požární ochrany zasahujících pod vodní hladinou je, vzhledem k současným potřebám, podle mého názoru dostačující. Opěrné body disponují dostatečnou kapacitou technického vybavení, speciální technikou, čluny, mobilním zázemím pro zasahující potápěče, osobní výstrojí i společným vybavením potápěčských skupin, jako jsou čluny nebo barokomoru pro zvládnutí všech typů mimořádných událostí. Včetně zásahů s únikem nebezpečných chemických látek.

Hypotéza 2 je tím potvrzena

6.3 Diskuse k zdravotní péči

V roce 1993 byla v Norsku na půdě Norwegian Underwater Technology Centre (NUTEC) uspořádána mezinárodní konference potápěčské medicíny s názvem: *Dlouhodobé zdravotní následky potápění*. (International Consensus Conference, Long-Term Health Effects of Diving NUTEC, Bergen, Norway 1993) Na této konferenci se přední světové osobnosti potápěčské medicíny pokoušely na základě dosud známých poznatků potápěčské vědy a praxe najít konsensuální odpověď na otázku, zda může potápění zanechat na zdravotním stavu potápěče změny dlouhodobého charakteru s opožděným vznikem. Závěrečný výrok konference je potřebné uvést v plném znění:

Jsou důkazy o tom, že u některých potápěčů, kteří nikdy neměli potápěčskou nehodu, nebo neprožili jinou, environmentálně podmíněnou nebezpečnou situaci, lze demonstrovat změny v kostech, CNS i v plicích. [7,299]

Je tedy možné přikládat za prokázané, že i bezproblémové potápění v jakékoli formě, může u některých jedinců zanechat negativní stopy ve zdravotním stavu. (7,299) Podle britské studie se u potápěčů s prací delší než 8 let signifikantně zhoršuje krátkodobá paměť. Po experimentálních simulovaných ponorech v hyperbarické komoře do hloubek 300-500 m byly u potápěčů zaznamenány deprese, nepozornost a paměťové poruchy, které přetrvávaly až 1 rok po této extrémní hyperbarické zátěži. Rozsáhlé skriningové studie u US NAVY prokázaly u potápěčů, i bez epizody DCS, častější bolesti hlavy, častější vaskulární onemocnění a celkově častěji hospitalizace ve zdravotnických zařízeních z různých příčin. Mezi pozdější neurologické následky potápění, bez epizody DCS, je možné zařadit také stavy chronické únavy, zvýšenou potivost, sníženou schopnost koncentrace, poruchy spánku, sexuální dysfunkce, jemný akrální tremor, poruchy prostorové orientace, případně snížení kožní citlivosti či výskyt parestézií, obvykle na dolních končetinách. [7,299]

Doktor Novomeský ve své knize doporučuje, aby se dysbarická osteonekróza jako opožděný následek saturační zátěže jedince dostala do standardního diagnostického schématu pravidelných lékařských prohlídek výše uvedených skupin potápěčů a záchranářů a v tříletých intervalech byla u nich zabezpečena pravidelná rtg. kontrola velkých kloubů s důslednou archivací nálezu. Stejný diagnostický algoritmus je vhodný i pro pracovníky hyperbarických komor (zdravotníky, technický i obslužný personál, kteří jsou periodicky exponováni zvýšenému tlaku okolního prostředí [7,305] V případech dysbarických osteonekróz, které sice mají spolehlivou klinickou symptomatologii, ale jejich rtg. obraz není charakteristický či přesvědčivý, jsou plně indikovány další doplňující diagnostické zobrazovací techniky. Magnetická rezonance (MRI) nebo počítačová tomografie (CT) mohou významně napomoci, především při počínajících kolapsecch artikulačních ploch. Z invazivních vyšetření má své opodstatnění kostní biopsie, arteriografie, venografie, případně měření intra medulárního tlaku. U osob v riziku DON, však ještě bez klinických příznaků, je možné využít i scintigrafické vyšetření s použitím radioaktivních izotopů vychytávaných v metabolicky aktivní kosti. U DON mohou být kostní skeny pozitivní už do 2 až 3 týdnů po přetlakové expozici. [7,305]

Použitím hyperoxických směsí se prodlouží nulové časy na dně, zkrátí se nutná dekomprese a sníží se množství zbytkového dusíku v těle po vynoření. V důsledku toho dojde ke zkrácení povrchového intervalu pro opakované časy. Zároveň dojde ke snížení únavy potápěče. Snížený parciálního tlaku dusíku samozřejmě snižuje riziko nástup hloubkového opojení. [22]

Recentně publikovaná data poukazují na možnou efektivitu jak katetrizačního uzávěru, tak konzervativních profilů ponoru v prevenci paradoxní embolizace bublin. Doporučení uvádějí, že potápěči, kteří mají za sebou více než jednu epizodu dekompresního onemocnění s mozgovými, míšními (týkajícími se sluchu a pohybového aparátu), anebo kožními projevy, by měli být vyšetřeni na přítomnost FOP odborníkem.

Na rozdíl od OSPČAV PP PČR a Armády ČR (záchranné roty), jejichž příslušníci vykonávají potápění jako svoji hlavní činnost, je potápění u HZS ČR bráno jen jako specializace. Potápěči Armády ČR, mají léčebné pobyty a speciální výsluhu, potápěči u HZS ČR ničím takovým nedisponují. Výjezdový hasič se specializací potápěč nemá žádné výhody oproti ostatním výjezdovým hasičům i přesto, že vliv hyperbarického prostředí klade velké nároky na fyzický stav potápěče.

6.3.1 Vyhodnocení hypotézy 3

Hypotéza 3: *Předpokládejme, že potápěči provádějící činnost pod vodní hladinou u HZS ČR, absolvují speciální zdravotní prohlídky*

Studiem Učebních kurzů pro jednotlivé potápěčské kvalifikace bylo zjištěno, že podmínkou přijetí do kurzu je platné potvrzení o lékařské prohlídce povolující potápění. Na základě rozhodnutí v řízení podle §82 odst. 2 písm. c) zákona č 258/200 Sb. Rozhodl orgán veřejného zdraví MV o zařazení prací v hyperbarickém prostředí do skupin 3 a 4 rizikových prací a stanovil rozsah vstupních i periodických prohlídek potápěčů.

Hypotéza 3 se potvrdila

6.4 Návrh na zlepšení připravenosti potápěčských skupin na MU

Technické dovybavení všech opěrných bodů

- přilbami Kirby Morgan včetně příslušenství
- kompenzačními vestami pro Sidemoun systém

Rozšíření periodických preventivních prohlídek

- zabezpečena pravidelná rtg. kontrola velkých kloubů v pravidelných tříletých intervalech a archivace
- periodické roční prohlídky provádět v rozsahu vstupního vyšetření

Zařazení kurzu Sidemoun

- zavedení kurzu Sidemount pro kvalifikační stupně P2 a vyšší

Zařazení volného potápění do výcviku

- zařazení volného potápění do výcviku v rámci záchrany na vodní hladině u všech složek vykonávajících tuto záchranu.

Zařazení výcviku k provádění technických úkonů v hyperbarické komoře

- možnost zafixování a prověření schopností a reakcí frekventantů přímo při výcviku v hyperbarickém prostředí, může výrazně přispět k rychlosti a efektivitě výcviku. Následně pak k bezpečnosti potápěče v reálném prostředí.

7 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byla analýza potápěčských jednotek HZS ČR zasahujících pod vodní hladinou. Jen malé procento lidí si dokáže představit, jaké úkoly musí plnit při svých zásazích a jaká rizika jim hrozí. Jedná se o celou škálu oblastí ať už se jedná o znalosti techniky, zákonitostí hyperbarického prostředí a jeho působení na organismus. Nejdůležitějším článkem bezpečnosti je pak potápěč sám, jeho psychické a fyzické schopnosti a úroveň odborné přípravy. Součástí práce měla být výzkumná práce v terénu při provádění výcviku potápěčů HZS JČ kraje. Bohužel, za poslední rok nebyla žádná odborná příprava ani cvičení potápěčských skupin HZS ČR možné realizovat v důsledku opatření v souvislosti se šířením covid sars. I přes toto omezení, díky studiu interních dokumentů a osobních rozhovorů s příslušníky HZS Jihočeského kraje, mi zpracování této diplomové práce velmi rozšířilo znalosti a přineslo nové poznatky z oblasti pracovního a záchranného potápění. Věřím, že i moje zkušenosti a návrhy přispějí k částečné eliminaci krizových situací pod vodní hladinou a zvýší bezpečnost potápěčů Hasičského záchranného sboru České republiky.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
JSDH	Jednotky sboru dobrovolných hasičů
DIR	Doing It Right – dělat to dobře
MU	Mimořádná událost
I2	Instuktor s kvalifikací 2. stupně
USA	United States of America
GŘ	Generální ředitelství
PČR	Policie České republiky
NITROX	NITRogen Oxygen
NCHL	Nebezpečné chemické látky
TLC	Totální kapacita plic
OC	Otevřený okruh (dýchací systém)
CNS	Centrální nervová soustava
DCI	Decompression Illnes
AGE	Plynová embolie mozkových cév
GABA	Kyselina γ -aminomáselná
PFO	Foramen ovale patens
DCS	Decompression sickness
DON	Dysbaric osteonecrosis
SCUBA	Přístrojové potápění
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
ČOV	Čistička odpadních vod
IZS	Integrovaný záchranný systém
OSPČV	Odbor speciálních potápěčských činností a výcviku
ČSS ZO 7 02	Česká speleologická společnost ZO 7-02
EKG	Elektrokardiografie
RTG	Rentgen

AST	Aspartátaminotransferáza
ALT	Alaninaminotransferáza
GGT	Gama-glutamyltransferáza
FEV	Forced expiratory volume
FVC	Forced vital capacity
P1	Potápěč 1. stupeň
P2	Potápěč 2. stupeň
P3	Potápěč 3. stupeň

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KOTINSKÝ, Petr. Deset let od vzniku našich prvních potápěčských skupin. *Požáry.cz* [online]. Praha: Praha, 2004, 25.3.2004 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/2157-deset-let-od-vzniku-nasich-prvnich-potapeckych-skupin/>
- [2] SWEDISCH COAST GUARD: Dive Smart Balitc *KUSTBEVAKNINGEN* [online]. 3.1.2017: SWEDISCH COAST GUARD, 2017, [cit. 2021-5-6]. Dostupní z: www.kustbevakningen.se
- [3] Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny: *Historie hypergaroxie* [online]. 2007: MeDitorial, 2007 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.cshlm.cz/historie-hyperbaroxie>
- [4] *Potápěčská medicína* [online]. Kladno: Kübeck s. r. o., oddělení hyperbarické a potápěčské medicíny, 2019, 2020 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hyperbarickakomora.cz/potapecka-medicina/>
- [5] HONĚK, Jakub. Kardiologická revue – Interní medicína: Katetrizační uzávěr foramen ovale patens u potápěčů. *Kardiologická revue – Interní medicína* [online]. 2015, 92 [cit. 2021-5-2]. ISSN 2336-2898. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/kardiologicka-revue/2015-1/katetrizacni-uzaver-foramen-ovale-patens-u-potapecu-51687>
- [6] DAN EUROPE FOUNDATION. *Foramen ovale patens a potápění* [online]. Roseto, Itálie: DAN Europe Foundation, 2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: https://alertydiver.eu/cs_CZ/clanky/foramen-ovale-patens-a-potapeni
- [7] NOVOMESTSKÝ, František. *Potápěčská medicína*. Martin, Slovenská republika: Oseta, spol., 2013. ISBN 978-80-8063-397-4.
- [8] *Sbírka interních aktů GŘ HZS ČR – Pokyn 45/2013 GŘ HZS ČR: 45. Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 25.9.2013, kterým se stanovují pravidla pro činnost potápěčských skupin u Hasičského*

- záchranného sboru České republiky* [online]. 2013. Praha: GŘ HZS ČR, 2013. Sbíрка interních aktů GŘ HZS ČR. Dostupné také z: http://metodika.cahd.cz/ostatni/SIAR_13_45_Potapeci_u_HZSCR.pdf
- [9] PIŠKULA, František, Jiří ŠTĚTINA a Michal PIŠKULA. *Sportovní potápění*. Praha: Naše vojsko, n. p. Praha, 1985. ISBN 28-105-85.
- [10] *Koncepce hasičů při práci pod vodní hladinou*. In.: Praha: GŘ HZS Praha, 2006, ročník 2006, PO-3089/IZS-2005.
- [11] Učební osnovy kurzů: Kurz potápěčů I. stupně. *Www.hzscr.cz: Učební osnovy kurzů HZS ČR* [online]. Praha: HZS ČR, Praha, 25.9.2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/ucebni-osnovy-kurzu-184252.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>[cit. 2021-5-2].
- [12] Učební osnovy kurzů: Kurz potápěčů II. stupně. *Www.hzscr.cz: Učební osnovy kurzů HZS ČR* [online]. Praha: HZS ČR, Praha, 25.9.2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/ucebni-osnovy-kurzu-184252.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>[cit. 2021-5-2].
- [13] *Sbíрка interních aktů řízení generálního ředitele HZS ČR: 25 POKYN generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky*. In.: Praha: HZS ČR, 2016, ročník 2016, číslo 25. [cit. 2021-5-2].
- [14] Učební osnovy kurzů: Kurz potápěčů III. stupně. *Www.hzscr.cz: Učební osnovy kurzů HZS ČR* [online]. Praha: HZS ČR, Praha, 25.9.2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/ucebni-osnovy-kurzu-184252.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>
- [15] HACSIKOVÁ, Vladimíra. HZS Olomouckého kraje: Netradiční zásah olomouckých potápěčů. *Www.hasici.cz* [online]. Olomouc: Hasiči.cz, 2017, 24.1.2017 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: https://www.hasici.cz/zhave-aktuality/Z-regionu/Olomoucky_kraj/Netradicni-zasah-olomouckych-potapecu.aspx[cit. 2021-5-2].
- [16] JAHNS, Jan, Arnošt Růžička a Vladimír Vrbovský. VÝCVIKOVÁ KOMISE SVAZU POTÁPĚČŮ ČR. *Přístrojové potápění: Odborné texty pro*

- potápěčský výcvik systému CMAS*. První. Svaz potápěčů České republiky. Praha: Svaz potápěčů České republiky, 2013, 196 s. Vladimír Vrbovský, 1. vydání. Dostupné z: Přístrojové potápění [cit. 2021-5-2].
- [17] ŠPALEK. *Výstroj pro rekreační, technické, vrakové a jeskynní potápění*. V Praze: Restart projekt, 2018. ISBN 978-80-2704238-8.
- [18] *Sbírka interních aktů GŘ ČR – Pokyn 16 HZS ČR: Kterým se stanoví opěrné body HZS ČR a typy předurčenosti jednotek*. Praha, 2017. MV-10815-1/PO-IZS-2017. HZS ČR. [cit. 2021-5-2].
- [19] SLEZÁK, Pavel. *Oceán: Boční konfigurace sidemount. Koktejl: Oceán* [online]. Praha: Czech press Group, 2013, 2013 [cit. 2021-5-2].
- [20] 112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. 2014 *Časopis 112 ROČNÍK XIII ČÍSLO 12/2014* [online]. 12/2014: HZS ČR, 2014, 2014 [cit. 2021-5-2]. ISSN 1213-7057. Dostupné z: Časopis 112
- [21] 112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. 2014 *Časopis 112 ROČNÍK XIII ČÍSLO 12/2014* [online]. 12/2014: HZS ČR, 2014, 2014 [cit. 2021-5-2]. ISSN 1213-7057. Dostupné z: Časopis 112
- [22] JAHNS, Jan. *Potápění s NITROXEM I.: učebnice pro stupeň Nitrox Diver CMAS*. Hlučín, 2007. Učebnice. CMAS ČR. [cit. 2021-5-2].
- [23] KARVÁNEK, Jakub. *Vliv dýchací směsi NITROX na psychosomatický stav potápěče, její příprava a využití v podmínkách HZS ČR*. 2020. České Budějovice, 2020. Dostupné také z: <https://theses.cz/id/n6znu9/>. Vedoucí práce RNDr. Karel Roháček, CSc. [cit. 2021-5-2].
- [24] *HZS Jihočeského kraje ČR: Interní dokumenty Ing. Sviták*. 2019. České Budějovice, 2020. [cit. 2021-5-2].
- [25] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 258/2000 Sb.: Zákon o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Sbírka zákonů ČR, 2000, ročník 2000, částka 74, číslo 74.

Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258#cast1-hlava2> [cit. 2021-5-2].

- [26] Sbírka zákonů ČR, Vyhláška č. 432/2003 Sb.: kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli. In: *Sbírka zákonů*. Praha: Sbírka zákonů ČR, 2003, ročník 2003, 142/2013, číslo 142. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-432> [cit. 2021-5-2].
- [27] HASCÍKOVÁ, Vladimíra. *Královéhradečtí hasiči – potápěči se zúčastnili cvičení v Olomouci: Cvičení vody 2016* [online]. Praha: HZS ČR, 2016 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/kralovehradecti-hasici-potapec-se-zucastnili-cviceni-v-olomouci.aspx>
- [28] HZS Jihočeský kraj ČR: *Zásah potápěčské skupiny – vytažení potopené lodě* [online]. Praha: HZS ČR, 2020 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/zasah-potapecske-skupiny-vytazeni-potopene-lode.aspx>
- [29] MATĚJKA, Jiří. 112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. *2014 Časopis 112 ROČNÍK XIII ČÍSLO 12/2014: Časopis 112 ROČNÍK XVIII ČÍSLO 11/2019* [online]. 11/2019: HZS ČR, 2019, 2019 [cit. 2021-5-2]. ISSN 1213-7057. Dostupné: Časopis 112
- [30] ŠVZ HZS ČR: *Hranice na Moravě - 19. 9. 2019 - cvičení potápěčů*. <https://www.hzscr.cz/clanek/skolni-a-vycvikove-zarizeni-hzs-cr-menu-informacni-servis-zpravodajstvi-2019-hranice-na-morave-19-9-2019-cviceni-potapecu.aspx> [online]. Hranice na Moravě - 19. 9. 2019 - cvičení potápěčů: ŠVZ HZS ČR, 2019, 19.9.2019 [cit. 2021-5-2].

- [31] MARTIN, Tomáš. *Systém ověřování vědomostí pro potápěče HZS*. Ostrava, 2009. Bakalářská práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Vladimír Jánošík.
- [32] Ústav leteckého zdravotnictví: Hyperbarická oxigenoterapie. [online]. [Http://www.ulz.cz/cz/hyperbaricka-oxygenoterapie/oddeleni/hyperbaricka-oxygenoterapie](http://www.ulz.cz/cz/hyperbaricka-oxygenoterapie/oddeleni/hyperbaricka-oxygenoterapie) [online]. Praha: Ústav leteckého zdravotnictví Praha, 2020, 2020 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: z <http://ulz.cz/hyperbarická-oxigenoterapie/oddeleníúhyperbarická-oxigenoterapie>:
- [33] Ministerstvo dopravy, Statni sprava.cz [Https://www.statnisprava.cz/rstsp/clanky](https://www.statnisprava.cz/rstsp/clanky) [online]. Praha: Ministerstvo dopravy, 2020, Praha [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: https://www.statnisprava.cz/rstsp/clanky.nsf/i/castejsi_nehody_vodaku_pricinou_je_podceneni_zasad_bezpecnosti_na_vode_20082110_32477302
- [34] Skandinávské listy - 1/2009: Hasičská potápěčská služba ve Švédsku. [Https://www.pozary.cz/](https://www.pozary.cz/): *Hasičská potápěčská služba ve Švédsku* [online]. Praha: HZS ČR, 2009, 2009 [cit. 2021-5-2]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/15286-skandinavske-listy-1-2009/>
- [35] Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny: *Historie hypergaroxie* [online]. 2007: MeDitorial, 2007 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.cshlm.cz/historie-hyperbaroxie>
- [36] Cargo design: HZS barokomora. [Http://www.cargodesign.cz](http://www.cargodesign.cz) [online]. Praha: Cargo design, 2020, 2020 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: http://www.cargodesign.cz/?dt_portfolio=hzs-barokomora-62010
- [37] Hranická propast: schéma. *Ochrana přírody: Správa jeskyní ČR* [online]. Český kras: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2019, 2019 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/z-nasi-prirody/404-m-a-dno-stale-nikde/>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Foramen ovale patens [16]	42
Obrázek 2 - Manifold [2]	50
Obrázek 3 - Přilbový potápěč HZS ČR [20]	52
Obrázek 4 - Přilba a ovládací panel Kirby Morgan [21]	52
Obrázek 5 - Automobil TA – L2 [21]	53
Obrázek 6 - Mobilní komora HAUX [21]	55
Obrázek 7 - Mobilní barokomora HAUX [21]	55
Obrázek 8 - Spolupráce přilbového potápěče s lezeckou skupinou [27]	57
Obrázek 9 - Příslušenství HZS ČR obsluhující panel Kirby Morgan [27]	58
Obrázek 10 - Dekontaminace potápěče po ponoru [27]	59
Obrázek 11 - Vyzdvižení lodi pomocí zvedacích vaků a jeřábu [28]	60
Obrázek 12 - Příprava a kontrola potápěčů na hladině [29]	61
Obrázek 13 - Hranická propast – schéma jeskynního systému [37]	62
Obrázek 14 - Graf vývoje zásahů v letech 2009–2020 [vlastní]	64
Obrázek 15 - Graf podílů typů zásahu na celkovém množství [vlastní]	64
Obrázek 16 - Podíl záchrany osob a vyhledávání osob [vlastní]	65
Obrázek 17 - Graf podíly zásahů 2009–2020 [vlastní]	66
Obrázek 18 - Podíl OP na zásahové činnosti [vlastní]	66
Obrázek 19 - Mapa pokrytí ČR opěrnými body HZS ČR [HZS JčK]	68
Obrázek 20 - Kompetence podle kvalifikací potápěčů [vlastní]	68
Obrázek 21 - Zdravotní prohlídky potápěčů skup.4 [vlastní]	73
Obrázek 22 - Bezdekompresní časy dýchacích médií [vlastní]	76
Obrázek 23 - Srovnání saturace vody, krve a oleje dusíkem [vlastní]	77

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Rozpustnost vybraných plynů v kapalinách [7]	36
Tabulka 2- Bezdekompresních časů pro vzduch a hyperoxické směsi [7,138]	46
Tabulka 3 - Analýza četnosti zásahů v letech 2009-2020	63
Tabulka 4 - Vyhledávání a záchrana osob z vody [vlastní].....	65
Tabulka 5 - Podíly zásahů podle jednotlivých druhů [vlastní]	65
Tabulka 6 - Podíl potápěčských skupin na zásahové činnosti [vlastní]	66
Tabulka 7 - Přehled potápěčů podle kvalifikací a OP [vlastní].....	67
Tabulka 8 - Kompetence potápěčských kvalifikací [vlastní]	69
Tabulka 9 - Výcvikové kurzy potápěčských kvalifikací [vlastní]	70
Tabulka 10 - Vybavení opěrných bodů věcnými prostředky [vlastní].....	71
Tabulka 11 - Přehled lékařských vyšetření pro rizikovou skupinu 4 [vlastní]	72
Tabulka 12 - Přehled lékařských vyšetření pro rizikovou skupinu 4 [vlastní]	74
Tabulka 13 - SWOT analýza /vlastní/	79

12 SEZNAM PŘÍLOH

